

全苏航空地質托拉斯

地質調查时的地植物法

地質出版社

苏联地質保礦部全苏航空地質托拉斯論文集

第一集

地質調查时的地植物法

C. B. 維克托罗夫 等著

唐永鑾 吳靜如 譯

地質出版社

1957年

中科院植物所图书馆



S0020240

ТРУДЫ
ВСЕСОЮЗНОГО АЭРОГЕОЛОГИЧЕСКОГО ТРЕСТА
МИНИСТЕРСТВА ГЕОЛОГИИ И ОХРАНЫ НЕДР

Выпуск I

ГЕОБОТАНИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ
ПРИ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ
ИССЛЕДОВАНИЯХ

СБОРНИК СТАТЕЙ

Госгеолтехиздат

Москва, 1955

本書为苏联地質部全苏航空地質托拉斯論文集的第一集，論文集編輯委员会成員为：В. П. 波尼卡罗夫（主編），Г. Ф. 隆格尔斯高晋（副主編），В. В. 加利茨基、Ю. М. 謝音曼、П. А. 連加爾天、С. В. 維克托罗夫、В. В. 巴圖林、И. С. 古季林（秘書）。全書除序言外，包括十三篇論文，几乎全部是介紹在地質調查、水文地質調查以及航空地質制圖时所应用的一些地植物法，而且介紹的內容都是本書中各个作者实地親身具体应用地植物法的經驗和一些成果，所以本書是从事地質調查、水文地質調查、特別是航空地質調查的工作者以及地植物学者的一本有价值的参考書。

地質調查时的地植物法

著 者 С. В. 維克托罗夫等

譯 者 唐 永 鑾 吳 靜 如

出版者 地 質 出 版 社

北京宣武門外永光寺西街3号

北京市書刊出版業營業許可証出字第050号

發行者 新 華 書 店

印刷者 地 質 印 刷 厂

北京廣安門內教子胡同甲32號

編輯：吳 偉 技術編輯：石 志 校对：馬志正

印數(京)1—1,460册 1957年9月北京第1版

開本31"×43"¹/₂₇ 1957年9月第1次印刷

字數120,000 印張5²³/₂₇ 插頁1

定價(10)0.80元

目 次

序 言	(4)
地植物法在地質学中的發展簡史及其現狀	維克托罗夫(5)
在西哈薩克斯坦進行航空地質制圖时地植物标志的利用	沃斯托科娃和日丹諾娃(11)
应用地植物标志区分岩石相似而成因不同的岩層的經驗	什維里亞耶娃(19)
編制古冲積層的岩相圖时利用地植物法的經驗	沃朗科娃(34)
在沙漠和半沙漠中進行水文地質調查时地植物法的应用	沃斯托科娃(44)
在黑土上進行水文地質調查时利用地植物法的經驗	捷米多娃、沙維林娜、庫晋娜、法德耶娃、列文(61)
根据地植物資料編制底土鹽漬化圖的方法	維希夫金(71)
利用地植物标志發現鹽丘構造的展望 ...	什維里亞耶娃和斯塔里科娃(82)
利用地植物标志闡明構造变动 ...	維克托罗夫、沃斯托科娃、沃朗科娃(90)
含瀝青的地植物标志
...沃斯托科娃、維希夫金、卡西揚諾娃、涅斯維泰洛娃、什維里亞耶娃	(99)
普查金屬礦床时的地植物調查	涅斯維泰洛娃(121)
普查礦資源时的地植物調查法	布雅洛夫和什維里亞耶娃(140)
半沙漠和沙漠中的航空地植物觀察	卡西揚諾娃(152)

序 言

在地質測量和尋找礦產時，應用航空測量法的先決條件在於採用一系列有可能最充分利用航空材料的輔助調查方法。在這些方法之中，地植物法居于決定性的地位，地植物法的原理就是利用植被，把植被當作地質和水文地質條件的標志。

有計劃地把地植物材料用于地質學方面，雖然在1945年以前也作了一些個別的試驗，但真正的開始還是1945年全蘇航空地質托拉斯的工作把這方面的基礎奠定的。現在，蘇聯科學院航空測量實驗室和某些其他機關內也正有成效地在進行這樣的研究工作。

可能採用地植物法解決的問題的範圍逐年在擴大。

現在，地植物調查已應用於尋找地下水，在露頭少的地區進行地質制圖，劃分瀝青含量高度分散的區域，尋找金屬礦床以及應用於編制岩相圖和鹽丘構造圖等。

在本論文集內簡要地敘述了自1945年至1955年時期全蘇航空地質托拉斯地植物學家大部工作總結。其中，涉及到為地質學服務的地植物調查的各個主要方面。我們希望出版這本論文集作為在這門科學領域內工作的研究者之間交流經驗的開始，用來進一步發展地植物法。

地植物法在地質学中的發展 簡史及其現狀

維克托羅夫 (С. В. Викторov)

目前在地質 (特別是航空地質) 調查時, 利用的一些輔助方法之中, 所謂地植物法近年得到某些傳播。它是基于利用地植物學家的材料 (植被以及組成它的植物群落學說) 作為在地質制圖、航空照片地質判讀、尋找礦藏以及某些水文地質和地球化學調查時的輔助標志。

還在古代, 就已經知道可能利用植被作為地質和水文地質條件的標志。植物分布對底土濕度條件的依存關係是最明顯而清楚的; 例如還在維特魯維 (Витрувий) 的著作中就已列舉了能指示水源遠近的植物。

在羅蒙諾索夫 (М. В. Ломоносов) (1763) 的著作中可找到一些關於植物作為尋找礦藏的標志的較肯定的見解。拉季舍夫 (А. Н. Радищев) 在他的“吾園記”的著作中曾援引關於指示這一或另一岩層的植物的材料: “樺木林標志貧瘠的粘土, 而松林、檜屬和長生草屬標志乾燥的砂壤土” (189 頁, 1941 年版)。

首先系統地研究植物作為地質條件標志的問題出現於卡爾賓斯基 (А. Карпинский) 的著作中: 在岩層和層系上發現的活的植物可能作為它們的指示植物, 活的植物的生長地 (stationes) 應該值得地質學者特別注意 (1841)。

這篇論文發表在與地質題材毫不相干的雜誌上, 顯然, 沒有引起研究者的注意, 並且正被遺忘了。雖說卡爾賓斯基論文的實

际材料十分貧乏，但是它值得予以很大的注意，不只是由于它是关于这个問題的第一本著作，而且由于其中發表了一些在理論上有意义的原理。最重要的是：卡尔宾斯基極怀疑地評論了以植物个别种作为地質条件标志的意义，他認為对植物区系的观察，即对生長該地区的植物种的总体观察才可能給土壤—底土条件以較确切的概念。

地質学家奥索斯科夫（П. А. Ососков）將地植物学法应用到地質学中，并未受卡尔宾斯基的影响。他在查苏里耶（1896）和伏尔加河流域（1909, 1911, 1912）親自進行地質測量工作的實踐中曾利用了地植物观察。奥索斯科夫根据自己調查的結果，做出下列結論：特別在有林地区內可以充分应用地植物学法；当他在查苏里耶進行測量工作时，地植物观察对有效地完成地質測量工作有决定性意义。

与奥索斯科夫同时的、并且沒有受到他的影响的地質学家維索茨基（Н. К. Высоцкий）（1904），在北烏拉尔調查时也曾应用过地植物学法，他曾对旧彼尔姆省北部不同森林类型和橄欖岩、輝長—閃長岩、異剝岩的相关性作过有价值的描述。

因此，可以認為卡尔宾斯基、奥索斯科夫和維索茨基三人是地質学中运用地植物法的創始人。

近年，只有少数研究者注意探討这个問題，他們的工作概況已經作了报导（維克托罗夫，1955）。

有关以地植物法标志尋找潛水的一些著作代表了地植物法在地質学中發展的某种独立学派。在許多水文地質学者的著作中，均曾指出了地植物观察对水文地質調查的有利性。普里克朗斯基（В. А. Приклонский, 1935）对这个問題曾寫出了一本專門著作，指出地植物观察大大便于尋找潛水，并使我們能合理地布置鑽井和作出有水的預报。

亞歷山大罗夫（Александров）（費尔斯曼，1939）的研究

是根据植物灰份中某些金屬元素和与它伴生的化合物的含量來尋找該种元素的开端。現在这个方法經特卡利奇（С. М. Ткалич, 1938）和馬柳加（Д. П. Малюга, 1947）拟定已經成功。与其說这个方法是地植物学法，还不如說是生物地球化学法。

在地質保礦部中成立航空地質机构是地植物学法在地質学中發展的重要階段。自1945年开始，航空地質机构將地植物組包括在地質考察隊的組成中。地植物法已成為航空地質調查不可分割的部分。

在这个时期內，有关这方面題材已出版的著作中，應該指出沃斯托科娃、涅斯維泰洛娃、維希夫金等人以及作者的一系列研究，他們較詳細的研究可見于本論文集成的各篇論文中。

我們轉而來簡要地分析地質調查时地植物法的實質时，应当指出它的基礎建筑在自然界各种要素緊密相互联系和相互作用的概念上，多庫恰耶夫將这个概念發展得最为完善。多庫恰耶夫的觀念是在地質学中可以建立和發展地植物学法所依据的理論基礎，这觀念在多庫恰耶夫的嫡系学生——維爾納茨基（В. И. Вернадский）、列文生-列星格（Ф. Ю. Леви́нсон-Лессинг）的著作和以后的費爾斯曼、波雷諾夫（Б. Б. По́лынов）的著作中得到進一步的發展。

波雷諾夫（1952）的关于所謂地球化学景觀的著作具有特別重大的意义。波雷諾夫的地球化学景觀就是岩層和發育其上的土壤以及生長在土壤上的植物群落各基本景觀的結合。在这种結合中，植被可看作該景觀中正進行的地球化学过程的标志（指示植物），这种过程的性質和階段可借助于地植物观察來确定。

地質学中地植物法的實質就是在植被中發現和当地地質結構或水文地質条件有明晰而可靠联系的某些差異和特征，并且在進行地質制圖和尋找礦產时利用这些地植物标志。

沒有詳細探討所有地植物标志时，应当指出：当解决地質制

圖和普查的任务时可以利用植被結構的各种各样特征。象不同岩層上有不同的植物生活型占优势（例如，有一些岩層上乔木和灌木占优势，另一些岩層上草本植物群占优势）这样的明顯标志已被广泛应用。这种差異很明顯反映在航空照片上，并且它不只是容易被地植物学專家而且容易被有充分判讀經驗的任何研究者所發現。

当兩種不同岩層上發育着外貌相近而种的組成不同的植物群落时，分析这样的情况，需要更專門的調查。在苏联干燥半沙漠地区（西哈薩克斯坦、伏尔加河下游）广泛分布的在不同年齡的和不同岩石組成的砂上發育的草原植物群落即屬於这种情况。

虽說在这些草原区域的外貌好象是一致，但是对它們進行地植物研究，特別是尽可能充分地辨別植物的种屬組成，仍然使我們有可能闡明不同植物群落和不同年齡、不同岩石的岩系的相关性。

植物个别种屬的地質相关性的現象也需要進行專門的地植物研究。这种地植物观察对尋找礦產具有特殊的意义，因为大家知道：植物的某些种是一定化合物的坚定不移的标志。

在不同的地質条件与水文地質条件下，和植物的植株分布相联系的标志是地質調查时所利用的地植物标志中的一种極重要类型。

全苏航空地質托拉斯的地植物学家指出：同一种植株分布的密度随着水文地質条件（潛水水位的深度及其礦物質化程度）和成土母質的化学性而發生強烈的变化。用編制特別的分布圖解的方式來研究和利用这种标志是航空地質調查时地植物工作的重要組成部分。

由于岩層中含有某种物質的影响，使許多植物会產生各种各样的畸型以及和正常外貌的差異，研究这种情况对于为航空地質目的而進行綜合的地植物观察有一定意义。这些地植物标志在尋

找石油时利用得特別广泛，因为已經确定：底土瀝青含量提高会引起反常的种屬出現。

近年來，植物的生活強度（即在該地質条件下，植物具有抑制的、正常的或过度茂盛的外貌）的研究引起了注意，因为已經知道了一些在幼年曳裂变动綫上和構造活动性增高地区中植物正常生活強度破坏的事实。

在这方法的目前状态下，为了地質目的進行地植物調查时利用的标志計有：1. 植被总的外貌和占优势某种生活型，2. 植被的种的組成，3. 个别种的 窄狹地質相关性，4. 植物植株 分布的性質，5. 由于土壤-底土条件引起畸型和正常类型差異的存在 和 分布，6. 植物生活強度的变化。

当地質調查、特別是航空地質調查时应用地植物观察的范围正在不断擴大。現在，在地質学和水文地質学各个不同部門中均在利用地植物法，根据地植物材料可以發現和确定許多有用礦物的分布。例如，全苏航空地質托拉斯曾經根据地植物标志去尋找多金屬的工作，并且在这方面已經獲得了某些成就。尋找硫磺的地植物法也正处在研究的階段。尋找石油的地植物标志獲得了一定的傳播。

在干燥地区已經極广泛地在利用地植物学标志尋找水位不深的潛水。

不过在地質学中应用地植物学法还不僅限于尋找有用礦物。在底土为植被掩蓋、露头稀少的地区內，划分不同岩系的界綫有困难，在这样的地方進行地質制圖时，地植物标志就極有价值。在全苏航空地質托拉斯工作的实践中，主要在哈薩克斯坦和中亞两个平原地区曾为航空地質制圖進行过地植物調查。但是上述奧斯科夫的著作也已肯定这方法应用于森林地区也可以獲得成功。

根据地植物材料編制底土鹽漬化圖是应用地植物学法的特殊范围。

在全蘇航空地質托拉斯的系統中利用地植物标志編制疏松古沉積冲積層的岩相圖獲得成功，在這種冲積層的不大範圍內，各種各樣砂、砂壤土、粘壤土、和粘土的復雜更替對制圖造成很大困難。

現在利用地植物學法解決問題的范围遠不能認為終止。它首先應該沿着廣大利用地植物标志尋找各種有用礦物的路綫上進一步發展。

同時，必須強調指出地植物學法在地質學中是非常新穎的方法。現在，研究這種方法的只限于少數研究者，几乎只限于全蘇航空地質托拉斯範圍內的研究者。應當希望吸引更廣泛範圍的人們參加到這種工作中來，改善方法和加深作為它基礎的理論概念，使可能應用地植物學法產生相當完美的結果。

参 考 文 献

Викторов С. В. Использование геоботанического метода при геологических и гидрогеологических исследованиях. АН СССР, 1955.

Высоцкий Н. К. Несколько геоботанических наблюдений на северном Урале. Почвоведение, т. 6, № 2, 1904.

Карликовский А. Могут ли живые растения быть указателями горных пород и формаций, на которых они встречаются, и заслуживают ли местопребывания их особого внимания геогноста. Журнал садоводства, № 3—4, 1841.

Ломоносов М. В. О рудных местах и жилах и о прииске их. Госгеолиздат, 1949.

Малюга Д. П. О почвах и растениях как поисковом признаке на металлы. Природа, № 6, 1947.

Осолков П. А. Распределение нижнемеловых железосодержащих пород в области Засурских лесов. Мат. к познанию геол. строения Росс. имп. МОИП, 1896.

Осолков П. А. Зависимость лесной растительности от геологического состава коренных пород. Лесной журн., вып. 2—3, 4—5, 8—9, 1909; вып. 3—4, 1911; вып. 4—5, 1912.

Полыное Б. Б. Геохимические ландшафты, сб. «Геогр. работы», Географиз, 1952.

Приклонский В. А. Растительность и грунтовые воды, сб. «Гидрогеология и инженерная геология», № 1, 1935.

Радичев А. Н. Описание моего имени. Полн. собр. соч., т. 2, АН СССР, 1941.

Ткалик С. М. Опыт исследований растений в качестве индикаторов при геологических поисках и разведках. Вестн. Дальне-Вост. ФАН СССР, № 32(5), 1933.

Ферман А. Е. Геохимические и минералогические методы поисков полезных ископаемых. АН СССР, 1939.

在西哈薩克斯坦進行航空地質制圖時 地植物标志的利用

沃斯托科娃 (Е. А. Востокова) 和

日丹諾娃 (Г. И. Жданова)

在組成某區域的岩層的岩石相當一致而露頭少的地區進行地質制圖是有一定的困難的。其中最大的困難是精確確定這一或另一沉積分佈的界綫，因為根據個別點（鑽孔、坑道）獲得的材料確定的界綫經常帶有一些假設的性質。

地植物調查對地質制圖可能有些幫助。地植物學家研究地區的植被，闡明某種植被和這一或另一岩層的相关性，並製成所謂地指示地植物圖（геоиндикационная геоботаническая карта）。

這圖實質上就是通常的地植物圖（即植被圖），圖上指出劃分出的每一植物群落和一定岩石差異的相关性（在絕大多數情況下也指出和一定年齡沉積的相关性）。地質學家擁有地指示地植物圖時，就可能利用地植物學家所繪出的界綫當作地質制圖時的輔助材料。為了將地指示圖上的界綫可以重繪在地質圖上，往往要打少數鑽孔有重點地充分檢查地植物界綫，並將地質學者已有的材料加以對比。

根據全蘇航空地質托拉斯地植物學家在編制地指示圖時的工作綜合經驗可分為兩個基本部分：

1. 研究調查區域植物群落指示作用；
2. 繪制專門的地指示圖。

通常，這一或另一地區植被指示作用的研究可分為三個階段。

第一个階段可称为室内准备时期，这时研究預定調查地区的已有的关于植被、地質和地形的文献。有时可能根据某些一般地理性質的著作大約确定这一或另一植物的地質相关性。晋斯利托夫斯卡雅（Н. Н. Дзэнс-Литовская）、伊林娜（М. М. Ильина）和罗热維茨（Р. Ю. Рожовиц）等人的著作就是这种地理概論的好例子，它們包括了植物的地質相关性的許多重要材料。

更重要的是調查的第二个階段：直接在野外确定和研究植被的指示作用；为此，通常对所謂样地（Эталонный участок）進行仔細的描繪和研究。“样”地是地質上經過仔細鑑定的任一地段。这种样地最常是有鑽孔和探坑的区域，在那里地質学家可以十分精确地把所有的地質材料報導給地植物学家。在样地要進行充分的地植物描述：植被的一般描述，划定精确測定种的組成、植物多度、物候期以及生活強度等的样方（пробные площадки）；作水平的和垂直的投影略圖。然后，詳細描述地方的地形条件，并主要進行探坑或鑽孔的仔細描述（頂好作柱狀剖面圖）。

当累積了样地（在平原地区，同一植物群落不得少于五个样地）的充分实际材料以后，則可着手調查的第三階段：研究样地的綜合材料，也即闡明这一或另一群落的指示作用。進而，这些綜合材料可以所謂“地指示圖式”的形式提出，也即作出反映植物群落指示作用的表。

1950年全苏航空地質托拉斯地植物学家在捷米尔区和阿克秋宾斯克区工作时得到的材料，可以作为利用植被当作一系列不同年齡和不同岩石組成的岩系的指示剂的例子。在这些地区內曾進行了全面的地植物指示作用的制圖工作，目的是为了帮助地質測量工作者确定根据一般的地質标志很难辨別这一或另一岩石差異的界綫。

該地区的大部分地方由白堊紀岩層所組成。广泛發育着黑色

和灰色的含石膏粘土的亞普第和上阿尔布沉積；而主要由砂組成的上阿尔布和賽諾曼層分布也不少。聖托亞沉積是含磷塊石的砂，而坎佩沉積是綠色和灰綠色的含石膏粘土層。二疊—三疊沉積是紅色的含石膏粘土。分布極有限。有时也發現漸新世的陸相的含鉄砂和砂岩岩系的区域。

由上面簡要的敘述中可以明顯地看到描述区域内發育的沉積在岩相上十分一致的；基本上是各种含石膏粘土和不同类型的砂。

該地区的地形是切割得很微弱；自然露头稀少。所以，在广大分水嶺范围内确定地質界綫必須采取开鑿大量坑洞或者根据岩層的石堆和拋出岩進行制圖，但也不是經常有可靠的結果。

但是利用地植物标志是大大地便利了制圖工作，因为上列所有沉積的植被是有明顯对照。以下我將簡要說明不同年齡沉積上的植被。

二疊—三疊紀紅色粘土以有特別植物群落为其特征，它有典型的沙漠外貌，鮮明突出在該地区的半沙漠草原底景上，而且發育着植物的矮小类型。在岩層露头較多的地方，發育的植物群落是义明蠟藜 (*Anabasis salsa*) 和白濱藜 (*Atriplex cana*) 的沙漠半灌木和灌木的矮小类型，它的大小只相当于該种通常大小的 $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$ 。此外發現特別喜鹽植物 (*Camanthus gamocarpus*)，它是南方沙漠 (卡拉庫姆沙漠、南烏斯秋尔特) 种屬的代表，而在阿克秋宾斯克烏拉尔地区其他任何一种岩層上都有發現。那些岩層多少为發育的塊狀鹽土的土被复蓋的地方，則發育着特有的所謂迈卡拉蒿 (*Artemisia maicara*—Май-Кара) [这种植物通常在更南的地方 (別特巴克达拉、烏斯秋尔特) 也有發現] 和列先格蒿 (*Artemisia Lessingiana*) 群落。这些群落种屬很貧乏，并且它們的范围看起來很是微小的沙漠断片。由于畸形矮小类型的和黃金色的蒿屬的广泛分布，它們的外貌非常特殊，以致从很远距离就可以

毫无錯誤地确定这些地段。这些特殊性的原因应当在岩層的特別高的鹽漬化中尋找，这种岩層的硫酸鈉含量在1%以上，顯然决定了沙漠种在这里定居的条件，并引起植物的畸形和矮小。

下阿尔布和亞普第的灰色和黑色粘土也強烈鹽漬化（含鹽量超过3%，其中石膏成分占1.9%）。在这些岩層上發育的典型群落，其中占优势的为三种植物的結合：鮮艷暗綠色成棕藍紫色密实的义明蜚藜（*Anabasis salsa*）草墩、棕黃色黑蒿（*Artemisia pauciflora*）小灌木和坎佛罗基姆（*Camphorosma monspeliacum*）的白边枕狀植株。上述种的結合給暗色含石膏粘土区域这样特有的复雜景象，以致甚至从飛機上根据这些形形色色和斑点也能很好地認識出这些区域。例如1950年，在謝格尔雷-昆达河谷中有亞普第沉積發育的相当大的面積，起先測量时沒有發現，根据地植物标志才被發現；以后鑽孔証实了有阿尔布沉積存在。

由于上阿尔布砂和賽諾曼砂在岩石上有很大的同一性并且缺乏古生物，要划定这两个岩層的精確界綫对地質学家來說是很困难的。不过，这些沉積在形成上有一定差異（賽諾曼砂为海成，上阿尔布砂为陸成），这对它們化学性有一定影响。賽諾曼砂含鹽份相当多（氯化物含量不小于0.025%，硫酸鹽含量不少于0.1%），而上阿尔布砂几乎沒有鹽份（氯化物0.005%，硫酸鹽不多于0.025%）。因此，上阿尔布砂上發育着茂盛的鮮艷的雜草-禾本科草原，它是由針茅屬（*Stipa Capillta*, *S. Ioannis*）西伯利亞冰草（*Agropyrum sibiricum*）和大量鮮艷的雜草艾荻草屬各种、西倫橡膠草（*Scorzoaera Silene*等）所組成。在賽諾曼砂上，草原是另一性質：它几乎暗淡，植被主要由禾本科参預的白蒿（*Artemisia incana*）和伏地膚（*Kochia prostrata*）組成灰色白斑的灌木林，禾本科之中大半为溝叶羊茅（*Festuca sulcata*）。这些單調的区域和上阿尔布層上的鮮艷的五光十色的草原的差別是很大的。

在阿克秋宾斯克烏拉尔地区的阿尔布沉积中可找到白色砂和砂岩層。它往往隱蔽在坡積冲積層之下，或者在底土上層中由于細土混合物，使它發生強烈改變。這層有高度碳酸鹽含量，使它上面發育着藍刺頭屬 (*Echinops ritro*) 和特別茂盛的伏地膚 (*Kochia prostrata*) 半沙漠灌木高干类型的特殊群落，它們使我們容易認識这种岩層的分布。聖托亞沉积由于其中有磷灰岩，提高了在此形成的土壤的肥力，所以复于其上的植被非常茂盛，这就是它的特征。它的典型植被是白蒿，薩列普特茅草 (*Stipa sarcop-
tana*) 和各种各样繁茂的雜草組成的灌木草原，在一定程度上和上阿尔布沉积上的草原有些相象。不过，这里灌木，特别是豆科的草原錦雞兒 (*Caragana frutex*) 很丰富是聖托亞層上草原的特殊标志。草原錦雞兒散布呈斑点狀，为十分密的灌木叢，在它附近群聚着鮮艷的雜草，構成草原錦雞兒-雜草社会。

这些草原錦雞兒-雜草社会的地段的特征是：甚至在仲夏具有鮮艷油綠的景象，有密而高的草被，一般蓋度达 90—100%，并且有十分丰富的种的組成。草原錦雞兒和聖托亞岩層的相关性可这样來說明：正如申尼科夫曾指出它是豆科，它的根部分泌物增加磷酸鹽溶解度的能力，大大高于其他植物，特别是禾本科。禾本科在分蘖和結实的实期，需要特別多的磷，当它和草原錦雞兒共居的时候，它就处在有利条件下，因为它有可能自由地利用它所需要的磷。

在草原錦雞兒叢中生長着各种草原雜草，这里，也出現金絲桃叶狀綉綫菊 (*Spiraea hypericifolia*)，部分可能是由于草原錦雞兒和禾本科引起的天然積雪，改善了水文情况的緣故。

在富含石膏 (0.95% CaSO_4) 的坎佩綠-灰色粘土上，發育着黑蒿-猪毛菜群落 (*Artemisia pauciflora*, *Bassia sedoides*, *Salso-
la brachiata*) 和沙漠禾本科——野麥一种 (*Elymus lanuginosus*) 占优势的群落的結合。这种群落綜合体構成复雜的五花八門的嵌

鑲圖形，里面还夾雜着黑蒿的棕-褐色小灌木，淺藍灰綠的豬毛菜和很早干枯的野麥的檸檬黃色斑點。整個構成一種特殊色彩，使我們能把坎佩層占有的面積無誤地區分開來。

當研究上面發育着黑蒿-豬毛菜-野麥綜合體的坎佩沉積所占的區域時，往往見到聖托亞含磷灰岩砂所特有的草原錦雞兒和薩列普特茅草的地段。研究這些地段証實這裡在不厚的坎佩粘土復蓋層下面1—3米的深度有聖托亞沉積。在這種情況下，好像由一層可“透視”另一層。這種原因，顯然，應當由下列情況去尋找，這裡植物（特別是灌木和半灌木）根系已經分布到含磷灰岩的砂層，所以喜石膏植物種（黑蒿等）逐漸為和含豐富磷酸鹽岩層相聯系的種所排擠。

在另一種情況下，看到相反的關係。在聖托亞層的典型的茂盛而鮮艷的灌木草原之間，出現鮮明的黑蒿-豬毛菜群落的分散的斑點。在掘探坑時發現黑蒿-豬毛菜植物群占有的面積是由因剝蝕而幾乎夷平到聖托亞沉積水平的坎佩粘土的特殊殘丘所組成。根據坎佩沉積的典型植物群就可精確地劃出這些面積。

在上述地方稍東地區，在穆戈札雷山附近，我們曾應用地植物標志來辨別古第三紀沉積中的不同岩系。揚申（1953）從這裡分出塔薩蘭、薩克騷爾和契干岩系。在我們工作地區，主要分布的為塔薩蘭岩系，系由綠灰色含石膏粘土組成。組成塔薩蘭粘土的植被的代表性群落是草墩假木賊叢，即矮小假木賊（*Anabasis depressa*）群落，是形成密實的高草墩的類型。它們達到30—40厘米高，構成了一種特殊的景觀，它的特征是：棕紅色假木賊草墩和發育在塔薩蘭岩系上薄層土壤的暗色背景融合一片。草墩假木賊叢占有巨大面積，當航空觀察時，根據它特有的顏色容易辨別出來，並且它是塔薩蘭岩系粘土分布界綫的很精確的標志。這裡，幾乎沒有其他植物種。有時見到土蓋-奧托（*Salsola brachiat*）和独行菜屬一種（*Lepidium perfoliatum*）。

应当指出在下阿尔布和坎佩的含石膏粘土上有时也看到假木賊一种灌木叢，可是这是另外一种（*Anabasis salsa*）也許是同种，但不構成“草墩”。矮小假木賊的“草墩”类型是塔薩蘭岩系上唯一定居者。

在阿克秋宾斯克烏拉尔地区的砂岩沉積之間，漸新世的土尔蓋岩系的陸相沉積砂和砂岩有相当分布，它們的露头以有粗碎石物質和有富含鉄砂岩岩片堆積为其特征。这些沉積鹽漬化極不強烈；正如索波列夫（1951）指出在漸新世陸相岩系中有重晶石，存在砂与含鉄砂岩沉積上的碎石供应地的特征是其上發育着典型沙漠植物：節節木屬一种（*Artrophytum pulvinatum*）、小蓬屬一种（*Nanophyton erinaceum*）甚至也有黑瑣瑣（*Haloxylon aphyllum*）。这些沙漠植物侵入并發育在这些供应地上的原因是一些条件的复雜綜合，其中温度起着相大的作用，也就是和它碎石性有关的基質容易受热性起着相当大的作用。这种推測是極可信的。

在漸新世陸相岩系上，有片断的沙漠植被，虽說它占的面積不大，但給这种岩系以極特殊外貌。波波夫早已指出節節木屬（*Artrophytum pulvinatum*）生長地的这种特殊性。他寫道：

“沙漠中的關節植物（артрофит）由于它稀少的出現率，从植物群落、生态和地形观点出發來認識，虽說没有什么意义，不过在一定地段它打下了非常特殊的烙印，其中也反映这些地段特有的生态实質和它們地質發展的特有途徑”（波波夫，1940，6頁）。

沙漠成分沿着漸新世沉積向北侵入很远。在伊列克河流域的什列什峡谷上游看到在陸相漸新世層上碎石半沙漠片断是其最北的一个產地。另外一个类似地段位于在威尔河流域（查拉拉峡谷）。

綜上所述，可得出植物群和母岩相关性的簡要的地指示作用

圖式。由此可見，它們是這樣構成的，首先找出可作為粘土類型標志的植物群落，然後找出作為砂和砂岩指示植物的群落。

阿克秋賓斯克烏拉爾地區的地指示作用圖式的片斷：

植 物 群	地 指 示 作 用		
	岩 石 鑑 定	鹽 漬 化	年 代
假木賊矮小類型、白濱藜、光纖臥群叢 “迈卡立”蒿和列光格蒿群落	含石膏紅色粘土	很強烈硫酸鹽化	
黑蒿和野麥占優勢的綜合體	含石膏綠色粘土岩	強烈硫酸鹽化	坎佩
白蒿 - 針茅草原和黑蒿野麥斑點	墊在砂上的薄層含石膏綠色粘土	中度硫酸鹽化	坎佩沉積墊在不深的聖托亞砂上
黑蒿 - 假木賊 - 樟味藜綜合體	灰色和黑色含石膏粘土	硫酸鹽化	下阿爾布和亞普第
草墩假木賊叢	綠色含石膏粘土	強烈硫酸鹽化	古第三紀的塔薩蘭岩系
草原錦雞兒灌木草原 禾本科 - 雜草薹麗草原	含磷塊石砂	不顯著 實際沒有	聖托亞 上阿爾布
禾本科 - 高麗暗黧草原		含少量氯化物	賽諾曼
節節木、假木賊、小蓬蒿叢	含鉄碎石砂和砂岩	微弱(有 Cl' 和 SO_4 的痕跡)可能有重晶石	漸新世陸相的土爾加岩系
相當多的优若參加的高禾本科社會	白色砂岩和碎石砂	微弱	中阿爾布

由上述材料可作出下列結論：在露头稀少的平原地区，地植物观察对地质制图可能有一定帮助，并且能減輕航空地质判讀航空照片的工作。

参 考 文 献

- Соболева Е. И. Осадочный барит в континентальном олигоцене Тур-
гая. Вестн. АН Каз. ССР, № 1, 1951.
Яншин А. Л. Геология Северного Приаралья. МОИП, 1953.

应用地植物标志区分岩石相似而 成因不同的岩層的經驗

什維里亞耶娃 (A. M. Швырева)

岩石相似而成因不同的沉積，按照外部特征，是难区分的，在这种情况下，地植物調查对地質制圖有很大意义。例如，在西哈薩克斯坦繪制白堊紀和第三紀沉積圖时就見到这样現象。这里，我們見到在阿尔布和賽諾曼沉積中以及在聖托亞和漸新世層中有难以区别的同样的砂系；在阿尔布、土侖等沉積中也發現有相似的含石膏粘土。

在这种情况下，植被是在繪制上列岩系圖时的重要輔助标志。在西哈薩克斯坦地質制圖时应用地植物标志的經驗部分已經在文献（維克托罗夫，1951；沃斯托科娃1953）作过簡要的說明，但主要只限于它的西部。以下我們將敘述穆戈札雷山脉附近較东地区岩石相似的岩層地質制圖时应用地植物标志的方法和簡要总结。

为了闡明我們工作地区中的植被和母岩联系的一般性質，讓我們來研究通过楚什卡庫尔背斜东南翼并超过土侖組粘土、賽諾曼組砂和阿尔布組砂和粘土的剖面的植被的变化。

土侖粘土的植被为混有黑蒿 (*Artemisia pauciflora*) 和白濱藜 (*Atriplex cana*) 的假木賊 (*Anabasis salsa* 和 *Anabasis depressa*) 群落所組成。植物群落結構簡單——單層。高5—8厘米的層次是由假木賊和蒿構成，而白濱藜只發現單獨植株，在植被結構中沒有實質意义。土壤蓋度为25—30%。

在和土侖粘土相接触賽諾曼組細粒砂上發育着針茅-冰草-白

蒿群落 (*Stipa sareptana*, *Agropyrum desertorum*, *Artemisia incana*), 其中有伏地膚 (*Kochia prostrata*) 参与。第一層 (50—60厘米高) 由針茅、冰草和伏地膚構成, 第二層 (高 30—35 厘米) 为白蒿。土壤蓋度为 50—60%。

在和賽諾曼組砂相接觸的阿尔布砂上分布的为混有伏地膚 (*Kochia prostrata*), 优若 (*Eurotia Ceratoides*) 和薩列普特茅草 (*Stipa Sareptana*) 的白蒿群落。很稀疏的第一層植被, 較正确說高 50—60 厘米的第一層片断是由薩列普特茅草和优若構成, 高 25—35 厘米 (原書为米, 恐誤——譯者) 的第二層由白蒿和伏地膚組成。土壤蓋度为 40—50%。

最后, 在阿尔布粘土上, 我們發現有灰蒿 (*Artemisia terrae-albae*) 斑点的假木賊群落。

比較上述植物群落表明在粘土上和砂上的植被之間看到有特別顯明的差異, 这和它們岩層屬性有明顯差別是相符合的, 例如, 在土侖粘土和賽諾曼組砂的群落之間的相同度系数 (коэффициент общности) (即在这一或另一岩層上共有的种占在它們之上出現的种的总数的百分比) 为 0%, 在阿尔布粘土和阿尔布砂的植物群落之間相同度系数为 12.5%。

对群落作地植物分析, 結果闡明了对我們工作的目的來說是最重要的情况: 發育在岩石相似而成因不同的岩層上的植被也不一样。例如阿尔布砂和賽諾曼組砂的植物群落之間的相同度系数不过是 50%。由此可見, 已發現的种只有一半是这一和另一年代的砂所共有。另一半植物种只屬於阿尔布砂或者賽諾曼砂。

当分析阿尔布砂和賽諾曼砂的植物群落时, 發現阿尔布砂的植被中禾本科相当貧乏而雜草比較丰富。在阿尔布砂上白蒿是群落的基本成分, 而針茅和冰草在植被組成中很少。在賽諾曼砂上, 薩列普特茅草和冰草均是針茅-冰草-白蒿群落中的优势种。

此外, 在賽諾曼砂上的植被發育得相当良好 (特別是伏地

膚，在这里，它达到60厘米高，而在阿尔布砂上它高30—35厘米）并且有較長的生長期。也發現在發育節奏上的差異。可是，当阿尔布砂上植被开始凋萎时，在賽諾曼砂上植被仍然青翠，并且景色很鮮然。

如果將聖托亞組泥質砂的植被和上述砂的植被的性質比較，那末它們之間的差異就是作最表面的觀察看來也是十分明顯的。

但是，在阿尔布砂上發育着混有針茅，伏地膚和优若的白蒿群落，在聖托亞組砂上，生長着有針茅、优若，无叶蛄藜（*Anabasis aphylla*）参与的灰蒿群落和假木賊群落（有时有黑蒿参与）的綜合体。發育在阿尔布和聖托亞砂上群落間的相同度系数只占30%。聖托亞砂植被的綜合性質是由聖托亞砂有相当高的程度鹽漬化所引起，这点可由下列情况証实：在它們植被中有假木賊和黑蒿参与，它們出現率的百分比随着砂的鹽漬化增加而提高。

最后，漸新世砂的植被更有別于上述砂的植被群的情况。漸新世粗的含鉄雜粒砂是我們調查地区中鹽漬化最高的砂，因为其中不深的地方有強度鹽漬化的粘土間層。發育在漸新世砂上的植被是四种成分組成的綜合体：1. 灰蒿群落，2. 針茅-灰蒿群落，3. 假木賊群落，4. 猪毛菜（*Salsola brachiata*）群落。在阿尔布上的群落和漸新世砂上的群落之間相同度系数只占25%，而在聖托亞砂群落和漸新世砂群落之間为50%。漸新世砂种屬的特殊性已在沃斯托科娃的文献（1953）中已經指出，表明漸新世含鉄砂是沙漠植被（特别是瑣瑣群落）向北侵入的途徑。

由上述情况中，可以得出結論：驟然看起來虽說不同成因的砂的植被好象一样，但是它們的植被經過地植物分析則發現它們之間存在一系列的本質上差異。甚至在群落种屬組成多少相似的情况下，这些差異也表現在不同种的数量比值上，在参与植被中这一或另一种的不同上，最后表現在整个或它个别种的群落發

育節奏上。在許多情況下。也發現在不同年代砂上植被中有相當大的種屬差異。

這種情況值得提出，就是發現我們指出楚什卡庫爾背斜地區的阿爾布和賽諾曼砂的植被特徵和沃斯托科娃（1953）在較西地區確定同一年代砂的植被特徵有某些差異。根據她的觀察，鮮艷雜草占優勢是阿爾布砂的特徵，而賽諾曼砂以禾本科和暗黧的雜草成分占優勢。上面業已指出，我們也觀察到在賽諾曼砂上大多為禾本科。不過，雖說在我們調查地區內，阿爾布砂的植被仍然大半為雜草，而鮮艷程度並不顯著。阿爾布砂植被外貌上的這些變化顯然是和楚什卡庫爾背斜區域中阿爾布沉積岩石變化有聯繫。揚申（1953）曾指出在這個區域內阿爾布砂富有穆戈札雷層的礫石，而且確定在阿爾布層中出現紅色間層，不過這種間層只存在楚什卡庫爾背斜區域內，而在恩巴河流域則沒有。

在任何情況下，我們可以肯定，全蘇航空地質托拉斯地植物學家在恩巴河和威爾河流域中最初利用植被劃分白堊紀和第三紀沉積的砂層方法完全可以應用（作一定修正）於較東地區。

如果注意較詳細地分析岩石相似的沉積的植被結構特徵，即確定群落內優勢種分布的差異和找出生長在不同岩層上同一種植物的類型大小的變化，則它們的植被差異的概念會更加明顯。

首先決定我們要注意群落的這些特徵在於種的植株分布和植株大小對當地航空照象的判讀有最強烈的影響，闡明了上述標志和地質條件的聯繫，使我們才有可能在航空地質判讀時利用地植物特徵。

為了確定這種聯繫，我們曾進行過較詳細的地植物調查，就是找出是被研究群落基本成分的植物植株間距離的變化。

群落內種的植株分布規律性的問題一直到目前為止在文獻闡明得很少，雖然提出該問題的第一本著作早在本世紀初就出版了。例如在1918年出版了埃依廷根（Г. Р. Эйтинген）關於草

層密度影响森林生長的著作。稍迟，于1927年列斯科夫（А. И. Лесков）出版了云杉林中樹木間距离的变化。上述著者的目的是闡明樹木間距离随林木年齡增大而变化的進程。他們由研究的結果得出下列結論：当林木达到壯年期，同一樹种植株間距离的大小是表現他們之間有着固定的相互关系，可見这也是由生物作用所引起。

近年，多赫曼（Г. И. Дохман）从事群落內种的植株分布的研究，可惜，他的著作还未出版。她曾提出借助構成分布圖解來表現群落內种的分布性質的極有效的方法。种的分布圖解按照下列方式構成：橫軸表示种的植株間距离的等級，縱軸表示每一距离等級的測量数，以占总測量总数的百分比表示。联接每一距离等級測量数的曲綫極明顯地表示出区域內种的植株分布的性質。現在在这方面工作的許多研究者已在有成效地应用这种分布圖解。

上述从事群落內种分布性質研究的作者們沒有涉及生态条件的影响，即生長地对該分布性質的影响。但是，群落內种植株分布性質和生長地条件之間存在有規律的联系是十分明顯的，因为同一种植株間相互关系是在生長地的一定生态条件的背景上形成的。

因为植株間距离表現在一定生态条件下形成的种本身間复雜相互联系的结果，那末，顯然，在生長地不同条件下，同一种分布圖解應該不相同。

本文作者曾利用群落內优势种分布圖解來划分岩石一样而成因不同的岩層。沃朗科娃在阿姆河的古冲積平原上曾進行用类似的研究（見本論文集中沃朗科娃的論文）。

作者在干燥气候条件下進行过調查，群落的这种形态标志具有特別大的意义。大家知道，在沙漠和半沙漠中，群落的結構和組成是嚴格地符合于生存条件，而且受到它們的限制的。所以，顯

然，在一定生長地的条件下，只可能有一定的、在数量上变化不大的植物植株。

在半沙漠条件下，决定植物群生存条件的基本因素是土壤的湿度和鹽漬化，而它們又首先决定于岩層的岩石組成。因而，該种岩石組成的岩層構成了一定生态条件，这不只是决定群落种的組成，而且也决定它的結構。顯然。在該生态条件下，群落中植物分布的性質（在主導植物的特征中）多少是經常的。

在我們調查地区內砂沉積層上發育的植物群落的最重要的主導者是蒿屬。为了闡明不同地点不同成因的砂上蒿屬分布性質上的差異，曾進行植株間距离的測量（每样方測量25—50次）。根据所得材料，作出每一样的分布圖解，然后綜合了所有的具体圖解，構成了代表該地層的平均分布圖解。

我們曾作出工作地区內一系列砂沉積——阿尔布、漸新世、聖托亞砂的蒿屬分布圖解。分析这些圖解，不难看出它們性質中有相当大的差異（圖1）。

在漸新世砂上蒿屬分布达到最大密度（0—20厘米等級的測量数佔整个測量数74%），一般，它們植株間的距离不超过60厘米。蒿屬密度这样高的原因顯然应当由漸新世粗粒砂的最強烈淋溶性中去尋找。这种見解可由下列情况証实，在同一种砂上，但是当它位在不深处在含大量鹽份的粘土下时，則分布圖解有顯著变化：高峯移至20—40厘米的間距中，并且分布在60—100厘米的間距中有頗大量的植株（5%）。

在阿尔布雜粒砂（有粘土間層）上，蒿屬密度比在漸新世砂上的密度小，虽說它的植株間最大距离不超过60厘米；但是这里存在0—20厘米間距中的高峯表現得沒有代表漸新世砂的圖解中的那样顯著。

在泥質的、有些地方塊漬化的聖托亞砂上，蒿屬更加稀疏。按照位置和数值，这里的高峯几乎和代表阿尔布砂的高峯相符合。

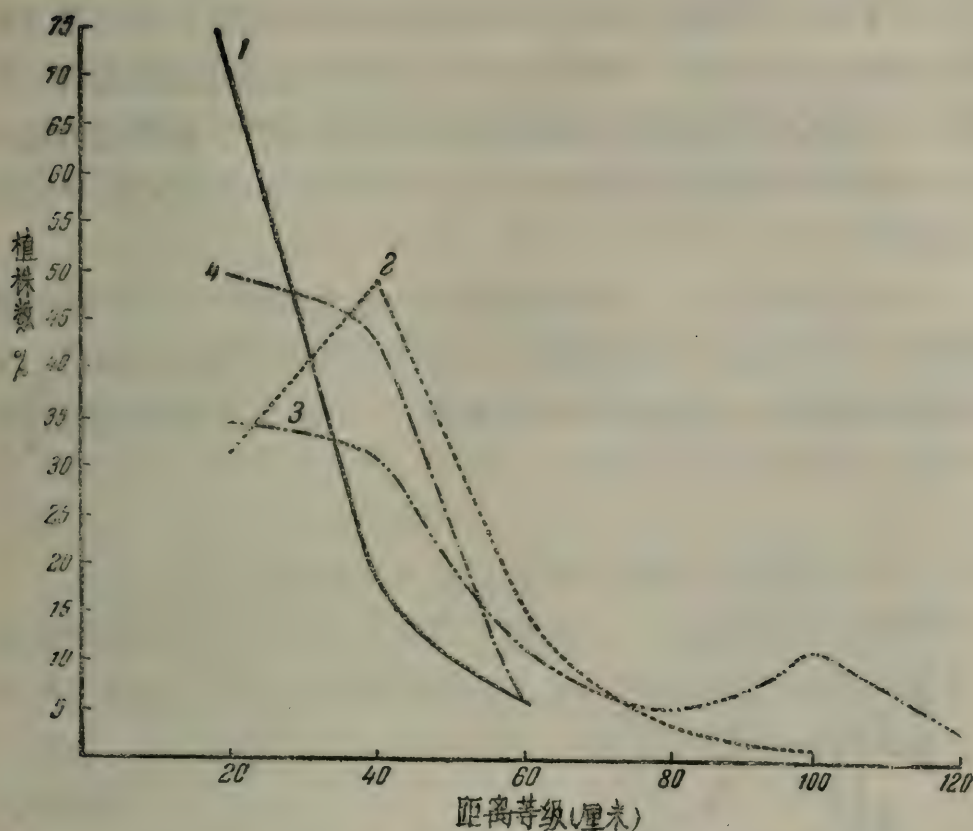


圖 1. 白蒿的平均分布圖解

1—在漸新世粗粒砂上；2—在墊在不深的粘土之上的漸新世粗粒砂；3—在聖托亞組的泥質砂上；4—在阿尔布雜粒砂上

但是聖托亞砂上蒿屬分布圖解的代表性特征是它的右面部分延伸，構成第二個高峯。

從上面圖解的簡要分析，可以得出結論：每一被研究的岩層都有特殊的、為其獨有的基本景觀植物——蒿屬分布的類型。

考慮到根據顏色強度（密度愈大，色調愈暗），在航空照片上發現蒿屬密度十分容易，說明有可能應用已發現的規律性來判斷不同成因的砂。

除砂以外，在露頭稀少的地段進行野外地質調查時區分粘土是有相當大的困難，因為它的上面形成了不同類型的鹼土，復蓋着單一的義明蜚藜（*Anabasis salsa*）群落。

为了确定不同成因的粘土的植被結構中的差異，曾測量了义明蜆葵植株間的距離。在我們調查的地区內义明蜆葵群落在土侖古第三紀粘土及馬斯特里赫特泥灰岩上分布最廣。由測量的結果中，發現在不同成因的重底土上，义明蜆葵分布圖式也不相同（圖2）。

在土侖組粘土上，义明蜆葵植株的基本部分（66%）相互間距離由3至40厘米；少数植株（12%）由40至60厘米。以后，它們數量逐漸減少，距離為120厘米時，只發現义明蜆葵植株的1.7%。

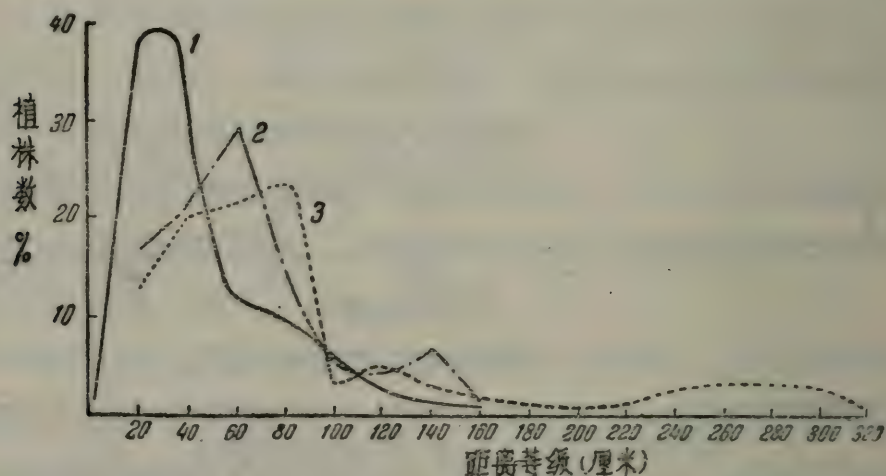


圖2. 在不同年齡的重底土上义明蜆葵平均分布圖解

1—在上侖組粘土上；2—在塔薩蘭組粘土上；3—在馬斯特里赫特泥灰岩上

在古第三紀的塔薩蘭粘土上，义明蜆葵分布的性質完全是另一種形態。这里，它基本部分在相互距離60厘米而分布。随着距離增大，义明蜆葵植株數量迅速減少，在距離80—100厘米內，只佔5%，虽說在較遠地方在120—140厘米間發現第二個高峯。

从圖解的比較，可以得出結論：在塔薩蘭組粘土上义明蜆葵形成較稀疏的植被，顯然，這和它們有很大程度的鹽漬化有關。

最后，在馬斯特里赫特泥灰岩上，义明蜆葵的平均分布的圖解和上述情況有顯著不同。它第一個高峯在60—80厘米的距離

上，第二个不大的高峯存在100—120厘米的間距內，最后，还表現不太明顯的第三个高峯在250—300厘米距离处。

义明蝟藜这种分布圖解表明在馬斯特里赫特泥灰岩上，它形成最疏散的植被，甚至發現相互間距离达300—320厘米。

由此可見，对重底土而言，也可以应用分布圖解來区分露头稀少区域内的岩層。

对分散在不同岩層上的同一植物种形成的这些变型所進行的观察，局部地可以补充对距离分布性質的研究。这种变型的例子有許許多多（維克托罗夫，1952）。我們曾研究过分散在粘土和泥灰岩上义明蝟藜大小的变異。

为此曾在不同岩層上進行过大量义明蝟藜垫褥直徑的測量。調查結果闡明：在不同成因的重底土上，义明蝟藜垫褥的平均直徑也不相同。例如在塔薩蘭組粘土上，义明蝟藜垫褥平均直徑为29厘米，在土侖組粘土上为36厘米，而在馬斯特里赫特泥灰岩上为45厘米。

必須指出，上面确定在岩石相似的岩層上植被中的所有差異是由于岩石成因、它們形成条件以及岩層層位的条件所引起的物理-化学特性的差異的結果。岩層的地質年齡(按字的原义而言)在該种情況下沒有實質意义。我們利用岩層年齡的概念是表示代表形成岩層及其層位的一定条件和相当該时期沉積的物理屬性的地質时期的意思。

不过，应当強調指出，既然在不同地質时期可能存在形成不同岩層的条件，那末，当然也可能在个别情況下，利用植被的差異來繪制不同年齡的沉積圖。

当利用地植物材料進行岩石制圖时、重要的是要注意露出地表的不同岩系的界綫上植被性質的問題。

我們在楚什卡庫尔背斜附近地区進行过这样的調查。曾沿着岩相不同的岩層的界綫進行了植被研究。

調查証實，在界綫上植被的性質主要決定于接觸岩的岩石的組成，而它決定岩石水份屬性（持水性、透水性和毛管力）。

下面我們援引在我們調查地區內分布的不同岩石組成的岩層的界綫上植被的描述。

1. 在土倫組粘土和賽諾曼砂的界綫上，砂墊在粘土之下；當接近砂的層位很近時，土壤中水份儲量減少，並使它和沿毛細管供應的潛水隔離，並且迅速引起上面岩層變干，以致造成植被迅速凋萎。上述岩層的界綫表現是很明顯的（圖3）。在土倫粘土上發育着混有黑蒿（*Artemisia pauciflora*）和白濱藜（*Atriplex cana*）的叉明蠅藜（*Anabasis salsa*）群落。賽諾曼砂則以針茅-冰草-白蒿群落為其代表。在土倫粘土和賽諾曼砂的界綫上，植被很稀並且受到抑制。叉明蠅藜墊褥矮而干，但是在土倫粘土組成的斜坡和山頂上，它具有正常的外貌和高度。

2. 薩克騷爾砂和阿克恰特粘土的接觸在調查地區有廣泛分布。

在上述岩層的界綫上，粘土墊在砂之下，因此水儲積在上面透水層中，在接觸綫上發現有泉水或喜濕植物群的灌木叢。

例如在我們調查範圍的北部地區中，泉水和喜濕植物群存在薩克騷爾砂和古第三紀阿克恰特下部粘土的接觸處（圖4）。在薩克騷爾砂上發育着具有雜草的沙蒿-溝葉羊茅群落（*Artemisia arenaria*—*Festuca sulcata*），在阿克恰特下部粘土上為金絲桃狀綉綫菊-針茅-白蒿綜合體（*Spiraea hypencifolia*, *Stipa capillata*, *Artemisia incana*）。

在薩克騷爾和阿克恰特粘土的界綫上，見到針茅-溝葉羊茅-雜草社會和喜濕植被（拂子茅 *Calamagrostis epigeios*, 蘆葦 *Phragmites communis*, 水蓼 *Sanguisorba officinalis*, 無芒雀麥 *Bromus inermis* 等）。

在恰格賴高原台階（ЧИНОК）的腳下，這些岩層的界綫上，

沿着台价可以找出断續的喜湿植被帶，不过这里几乎沒有泉水。在恰格賴高原台階价的陡壁上見到喜湿植被帶高高在漸新世砂和薩克騷尔粘土接触綫上的斜坡上。这两条喜湿植物群帶在航空照片上看得很明顯。不过，在膠結砂岩和粘土的界綫上（圖5）由于砂岩透水，这里沒有喜湿植被。

3. 在上复微弱透水層中的塔薩蘭組蛋白石和坎佩組粘土的接触上也有水的儲積，但是，顯然，由于蛋白石透水性弱，含水層不象砂和粘土接触时那样厚。所以在上述岩層的界綫上發育着中生植被（*Agrop yrum cristatum*，旱雀麥 *Brcmus tectorum*，針茅 *Stipa capi-llata* 等），但在坎佩組的粘土上分布的为白蒿义明蜚藜群落的很稀疏植被，而在塔薩蘭組的蛋白石上为溝叶羊茅一白蒿群落和黑蒿斑点。

由此可見，在不同岩石組成的岩層界綫上，当不透水岩層墊在透水和透水微弱岩層之下的条件下，發育着喜湿植被，它或者構成單种群落，或者包含在上面接触岩層的植被的組成中。

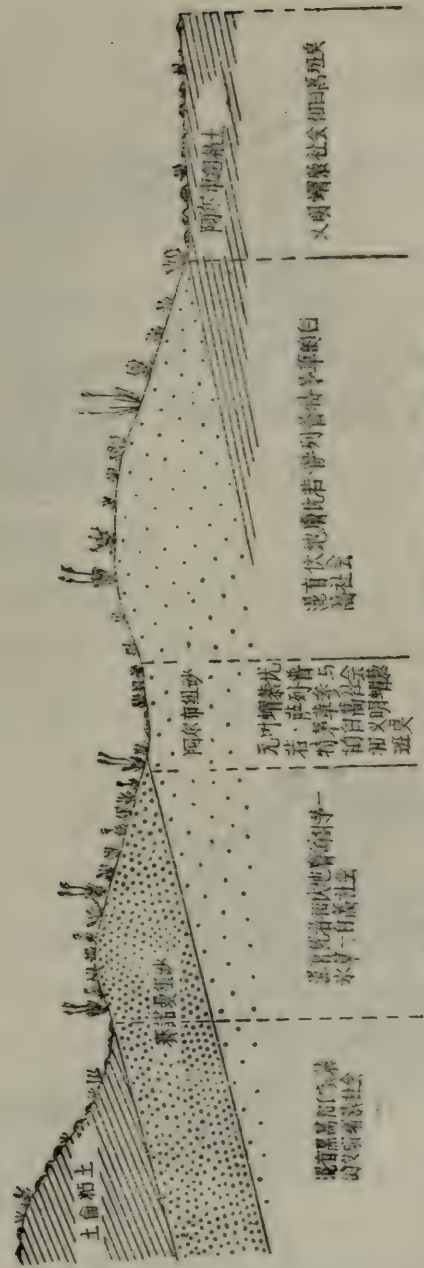


圖 3. 在砂和粘土接触处的植被的剖面示意图

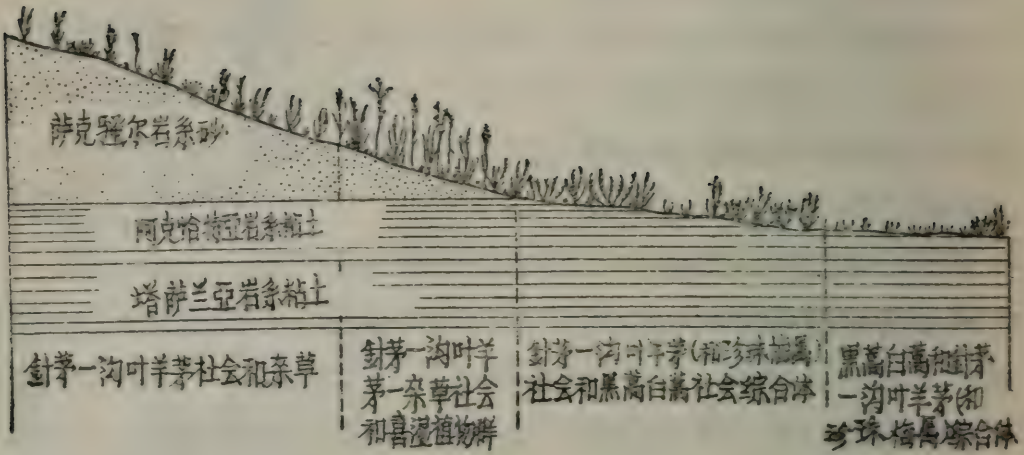


图 4. 植被的剖面示意图

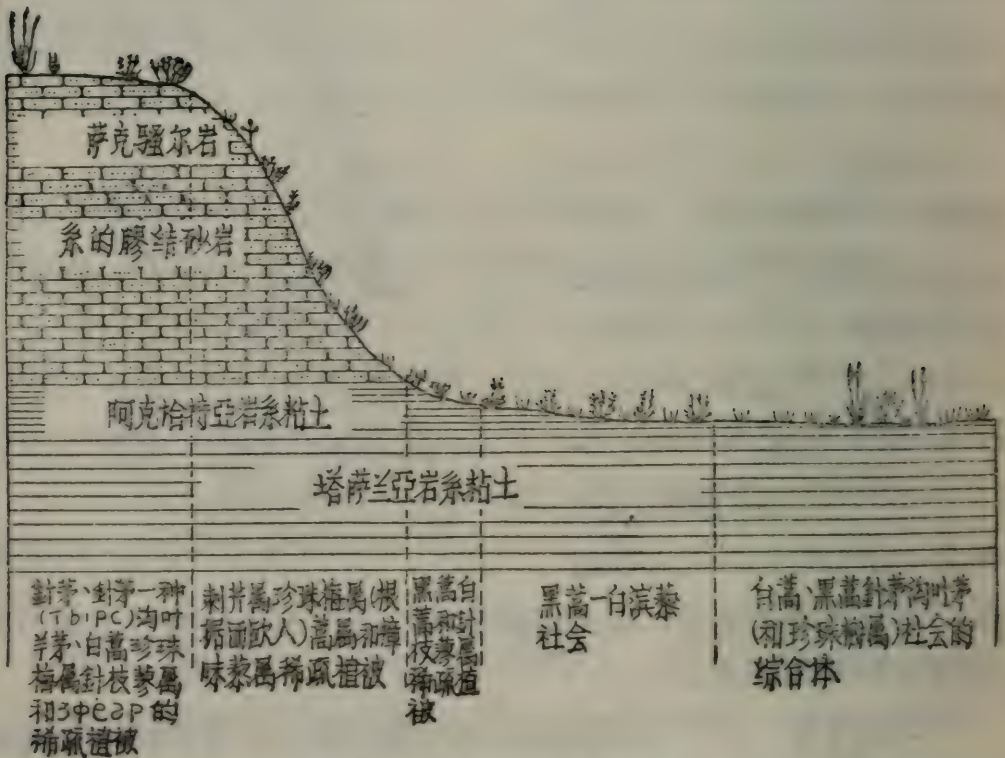


图 5. 植被的剖面示意图

当不透水岩層墊于很深处时，則沒有喜湿植物群落，但是在岩層接触处的植物群發育得相当良好，具有較長的生長期并有完好突出的景相。

分布在我們調查地区内的不同岩石組成的岩層界綫上的植被的特征大致如此。

此外，我們曾企圖研究岩石組成相似的岩層間界綫的性質，因为当岩石制圖时，划定上述岩層間的界綫是有很大困难。为了达到这个目的，我們曾進行过阿克恰特类蛋白石粘土和塔薩蘭組蛋白石之間界綫的調查，这些岩石在調查区域的北部地区有广泛分布。

在类蛋白石頁岩上發育着珍珠梅屬—針茅—溝叶羊茅群落和蒿屬与溝叶羊茅—蒿屬群落的綜合体，而在鹽漬化較強的塔薩蘭組蛋白石上分布着珍珠梅屬—針茅—溝叶羊茅群落和蒿屬，义明蜆藜与小蓬屬群落的綜合体。

在上述岩層界綫上，在寬达几公尺的地帶内，由一种綜合体类型过渡为另一种类型，它的基本成分已經更替。沿着構成的过渡植被帶可以作出上述难于划分的岩層間的界綫。在楚什卡庫尔背斜地区中，賽諾曼組砂和阿尔布砂之間見到有这样性質的界綫。在賽諾曼砂上發育着針茅—冰草—白蒿群落。阿尔布砂的植被是由混有伏地膚、針茅、优若（*Eurotia ceratoides*）的白蒿群落所組成。在这些砂的界綫上，也見到不寬的过渡植被帶，沿此可能作出岩層間的界綫。

由此可見，調查結果闡明：在地質不同的岩層的界綫上植被群的性質能指示相互接触的岩層在岩石上接近的程度。

此外，研究岩層界綫上植被的性質也可能有助于闡明構造变动綫：断層逆掩断層等。例如在圖6上以示意圖描繪出在楚什卡庫尔背斜东南翼，根据植被找出的断層。义明蜆藜群落（在土侖組粘土上）和發育在阿尔布砂上伏地膚、針茅参与的白蒿群落的

顯著界綫就清楚地指出了斷層綫。

根据植物群曾很好地指出了穆戈札雷逆掩斷層綫。这里沿着断裂的所有逆掩斷層綫發育着喜湿植被和泉水。在深处的鹽水流出的地方，發育着鹽生植被。

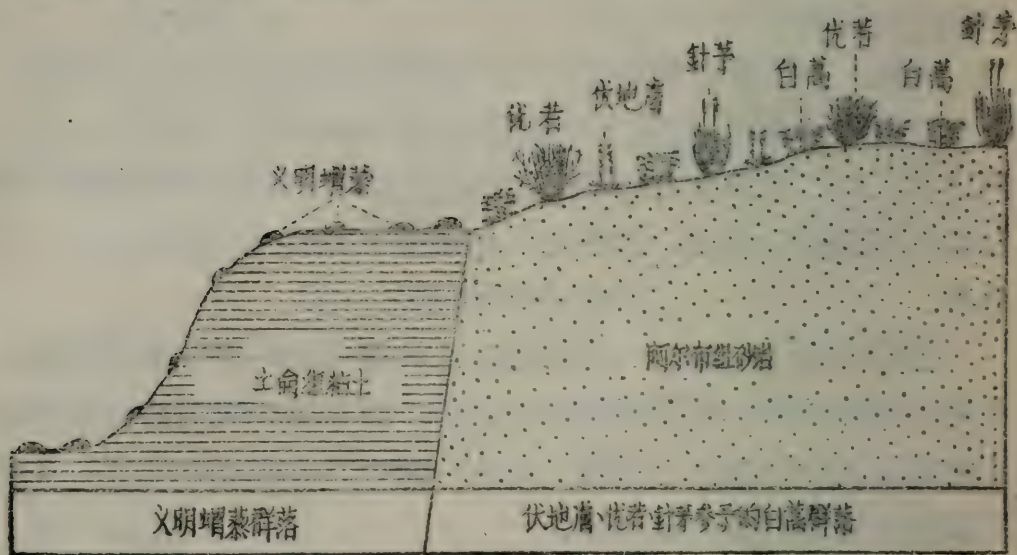


圖 6. 經過斷層綫的植物群剖面示意圖

因此，对植物群落和成土母質的岩石組成之間的联系進行的研究可以得出下列結論：

1. 在岩石相似的岩層上的植被，驟然看來，虽說好象一样，但經過植被的地植物分析則可找出其中有一系列本質的差異。这些差異，甚至在群落的种屬組成相似的情况下，也表現在种的数量对比关系上，表現在参与植被中的这一或另一种的不同上，最后表現在整个群落或它个别种發育的節奏上。在許多情况下，也發現在岩石相似岩層的植被中有相当大的种屬差異。

2. 岩石相似的岩層的植被中差異是由于岩石的成因以及它們成形的条件和后者層位的条件所引起它們物理-化学特征的結果。

3. 在露出地表的不同的岩系的界綫上植被的性質問題对利用地植物材料進行岩石制圖有重要意义。

在这方面進行的地植物調查使我們闡明了下列規律：а. 在不同岩石組成的岩層界綫上，当不透水層（粘土）墊在透水和微弱透水層（砂、蛋白石）之下的条件下，發育着喜湿植被；б. 在不同岩石組成岩層的界綫上，当透水層（砂）墊在不透水層（頁岩）之下的条件下，發現植被迅速凋萎，这由于上面岩層断絕了潛水的供应，引起了干旱；в. 岩石相近的岩層的界綫上，見到过渡植被帶，沿此可以作出上述岩層的界綫，当岩石相似的岩層的鹽漬化的程度和性質有顯著差異时，其界綫可能明顯。

上述規律可能給地質学家特別在踏勘調查时以重大帮助。

参 考 文 献

- Викторов С. В. Изучение распределения и дисперсии растений по аэрофотоснимку. БМОИП, отд. биол., вып. 1, 1947.
- Викторов С. В. Растительность как индикатор литологических условий на Сев. Усть-Урте и в Зап.-Казахстанских степях. БМОИП, т. VI/1, 1951.
- Викторов С. В. Варьирование вида под влиянием почвообразующей породы. Тр. лабор. эвол. экол. им. Б. А. Келлера, т. 3, 1952.
- Востокова Е. А. О влиянии литолого-геохимических факторов на формирование границ некоторых растительных формаций пустыни. БМОИП, т. VIII (4), 1953.
- Лесков А. И. К вопросу об изменчивости расстояний между деревьями в еловом лесу. Тр. Ленингр. об-ва естествоисп., т. 57, вып. 1, 1927.
- Эйтинген Г. Р. Влияние густоты древостоя на рост насаждения. Лесной журн. вып. 6—8, 1918.
- Яншин А. О. Новые данные о геологическом строении и гидрогеологии района Чушкакульской антиклина. Тр. Ин-та геол. наук АН СССР, геол. серия, вып. 32, 1940.
- Яншин А. О. Геология Сев. Приуралья. МОИП, 1953.

編制古冲積層的 岩相圖时利用地植物法的經驗

沃朗科娃 (Л. Ф. Воронкова)

在中亞阿姆河和錫爾河的冲積平原上擴大棉花和其他農作物的耕地面積需要大大擴充灌溉系統。

因此，提出了編制現在和古冲積沉積層的地質、特別是岩石圖的任务，因为不同机械組成的底土分布对設計水利工程有很大意义。

編制这些圖的主要困难是冲積層的結構極不一致。

在庫亞河古冲積平原上的土庫曼的一个鑽孔中發現的沉積綜合体可作为这些岩層的岩石复雜性的例子。这里，在十公尺厚度內，已分出13層，其岩石差異分述于下：

1. 粉質淡藍灰色砂壤土，厚0.26米；
2. 粉質棕色砂土，厚0.07米；
3. 棕色粘壤土，厚0.67米；
4. 粉質淡綠色砂壤土，厚 0.5 米；
5. 棕色粘壤土，厚0.74米；
6. 粉質淡褐色砂土，厚0.36米；
7. 淡棕色粘土，厚0.15米；
8. 細粒暗灰色砂土，厚0.05米；
9. 淡棕色粘土，厚2.69米；
10. 細粒暗棕色砂土，厚0.17米；
11. 淡棕色粘土，厚1.33米；
12. 細粒含云母的暗灰色的砂土，厚0.11米；

13·淡棕色粘土，厚3.89米。

除开垂直剖面上古冲積的机械組成有相当大的差異以外，沿着水平距离，也發現它們有非常大的变化，因为許多机械差異并没有構成整片土層，而是呈透鏡体狀或者是纖細的、迅速楔入的層次而分布的。在对比相互接近几对鑽孔剖面时，这点看得很清楚。例如有二个鑽孔：20号和19号，是在庫亞河古冲積平原塔雷卡雅殘丘地区打的，相距1.8公里，發現它們在10公尺厚度内不同机械差異的比值如下：

	20号鑽孔	19号鑽孔
粘土.....	——	60.6%
粘壤土.....	18%	4%
砂壤土.....	15%	2.8%
砂土.....	67%	32.6%

对比30和33号鑽孔看到相似情况。

	30号鑽孔	33号鑽孔
粘土.....	7.4%	25.5%
粘壤土.....	21%	23%
砂壤土.....	——	33.0%
砂土.....	71.6%	12.5%

由上述例子中可以明顯地看出：位于庫亞河古冲積沉積相距1—3公里的各点上發現它們的結構有顯著的差異。

自然，在这样复雜情況下，編制这样沉積層的岩石圖，如果利用通常的地質測量的方法，則需要大量礦坑和路綫的鑽探工作。同时即使在这种情况下，个别机械差異分布的界綫也不会十分精确，因为确定兩個相鄰的鑽孔或探坑之間的界綫位置是假定的。在地区露头很少的地区则会更增加繪圖的困难。地区露头稀少是流动砂在冲積平原上和古灌溉地上、也就是在灌溉冲積層上广泛分布的結果。

上面指出古冲積沉積層的特征使我們必須采用特別方法来制圖。

利用植被作为这一或另一岩石差異标志(指示植物)的地植物法就是編制古冲積沉積層时的一种这样的補助方法。無論在地質實踐中,或是在地植物實踐中知道有一系列观察能証明植被对成土母質的机械組成的变化有明晰的反应。

如格拉維(Н. П. Граве, 1936)研究阿姆河下游的冲積沉積的植被时,曾發現不同土蓋植被类型和冲積層的一定机械組成有明晰的相关性。他分出冲積砂壤土(例如黃蓍屬土蓋、扁桃土蓋)、和冲積粘壤土(冰草土蓋、檉柳土蓋)等的典型群落。弗尔薩耶夫(А. Д. Фурсаев, 1938)在他对伏尔加河下游的著作中曾援引冲積層植被的分布决定于机械組成的类似材料。由此可見,顯然,植被和成土母質的机械組成的联系同样表現在冲積沉積層和較古岩層上。

上面列举的某些植物群落和个别种的嚴格岩石相关性的所有事实,使我們可以推想古冲積沉積層的植被对岩石条件的依存关系,也会發現有一定差異。

全苏航空地質托拉斯的地植物学家根据这点,曾在花拉子模綠州和薩雷卡麥什盆地之間的庫亞河古冲積平原範圍內,編制古冲積岩相圖时,应用过地植物法,進行过綱領式的調查。这些調查的結果簡述于本文中。

上面業已指出,調查区域的基本特征是岩石組成非常复雜。

古冲積平原性質的另一特征是它的植被非常單調,其植被为單調的黑瑣瑣叢(黑瑣瑣 *Haloxylon aphyllum* 占优势的群落)。

單調的黑瑣瑣叢延伸到几十公里,要根据植被來确定不同底土分布的界綫,是沒有可能,因为在該种条件下,不能应用最通行的方法,即不能根据植物这一或另一种的分布來編制不同岩

石差異圖。

不过，在野外作的較詳細观察以及航空照片的研究表明：在平原上的黑瑣瑣叢，按照黑瑣瑣植株分布的密度，按照樹冠茂盛度、按照植株高度等等來看并不完全一样。这些差異在航空照片上表現得很明顯。

在照片上明顯看到密的黑瑣瑣叢和疏的黑瑣瑣叢間的对照。前者現出通常由斑点匯合的強烈陰暗的外形；后者成一种單純淡灰色区域，这种顏色是由土壤一底土的顏色所引起。在淡灰色的背景上看到稀少的“茜草”，相当于当地黑瑣瑣的單獨植株或小的类群。

黑瑣瑣密度和生活強度的变化迫使我們在進行綱要式工作时注意到黑瑣瑣叢的这些特征及其与底土条件的联系。或許，黑瑣瑣的密度在一定形式上决定于墊在土壤下的岩層的机械組成。

全苏航空地質托拉斯的地植物学家們的前次的調查（維克托罗夫，1947；沃斯托科娃1952）表明：由于底土湿润条件、由于成土母質的性質，同一植物种可能分布形式不同，而且分布性質是該地質和水文地質条件所特有的。

因此，在我們工作中我們最注意黑瑣瑣植株分布的性質，并將观察結果表現为分布圖解。不过，稍迟又發現除开分布以外，也可利用一些其他标志，这些标志將述于下：

最初我們研究“样”地的植被，也即研究那些已經清楚地知道了古冲積沉積層的垂直剖面的地段。選擇这样地照例在鑽孔附近，罕有在深的探坑附近。在面積約为2000方米的选定地段內曾進行了詳尽的地植物描述，并且測量了黑瑣瑣植株間的距離和它的高度。測量距离以这样方式進行：选定一棵中心植株，并由此測至所有鄰近黑瑣瑣植株的最短距离（直綫距离），但是联接兩植株的直綫不能超越第三株。由一中心植株進行測量完結以后，轉到另一中心植株，由此進行測量。反复進行，一直到測量总数

达到 100 (在稀少情况下为 50)。

同时進行同样的数量为黑瓊瑣植株高度的测量。测量結果加以統計整理，構成黑瓊瑣分布圖解后这项工作才算完成。

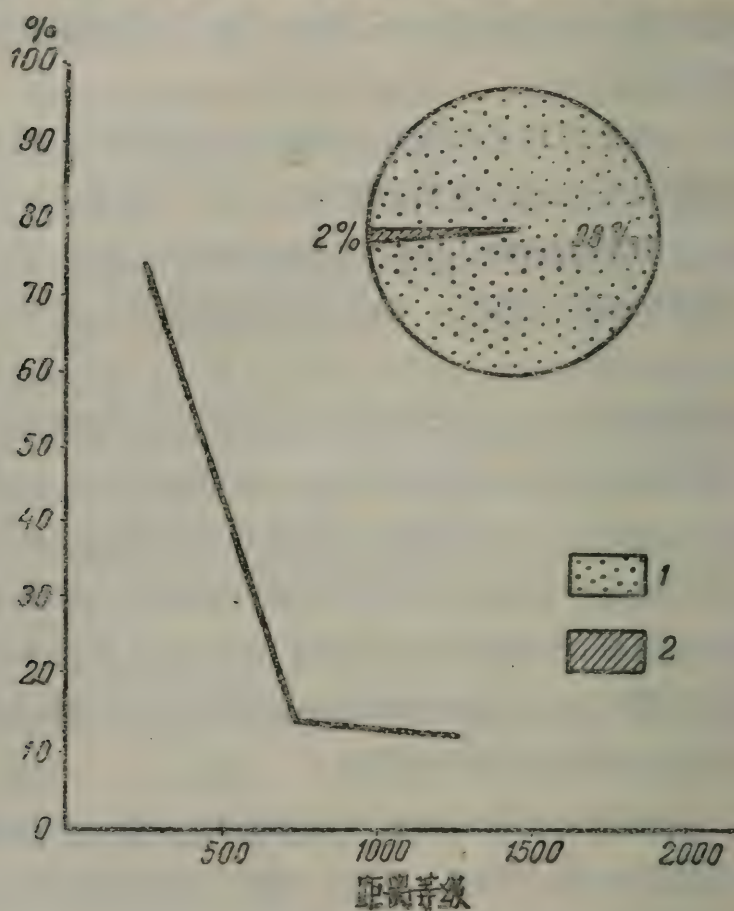


圖 1. 波尔苏依曼井地区的黑瓊瑣分布圖解 (根据航空照片上的測量)

1—砂土; 2—粘壤土

除分布圖解以外，还須对所有样地作指示古冲積沉積層十米厚內的不同机械差異对比关系的圖表 (根据鑽孔材料)。

研究黑瓊瑣分布圖解，容易發現 其中有几种 不同外形的类型，并且發現和古冲積沉積層中占优势的一定机械差異的联系：

1. 通常在0—500厘米間距內有一明顯的唯一高峰并急剧下降

的圖解，这是砂土和砂壤土占优势的岩層的特征（圖 1）；

2. 有几个表現微弱的高峰延伸的圖解；每級測量数通常不大，并且圖解有时可能中断；这种类型的圖解是粘土或很重的粘壤土为主岩層的特征（圖 2）。

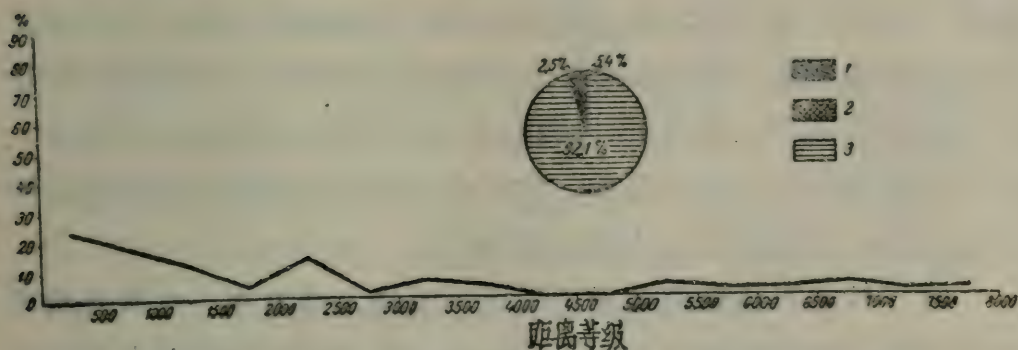


圖 2. 在科依克爾蘭山地区黑瑣瑣分布圖解（根据航空照片的測量）

1—砂土；2—砂壤土；3—粘土

在不同底土上，黑瑣瑣分布性質的差異十之八、九决定于黑瑣瑣根系發育和底土条件依存关系的特征。

在地植物文献中記述的事实，証实了生長在不同基質上的同一植物种的根系有很大變異性（華沃，1919；克拉索夫斯卡婭，1925，等）。彼特罗夫（1933）、和柏依迭曼（1934）在他們自己著作中曾指出根系的塑性以及和基質相联系的事实。所有这些作者發表的意見基本上可归結如下：生長在不同性質的底土上的同一植物种可能有多种多样的根系外形。如果有能被达到的含水層，則它会沿着后者方向發展，如果沒有这种情况，那末植物会發育成強大但層位不深的根系，为了找尋水份可能伸及很厚的底土層。

大概，和上述情况相近的現象就是得出黑瑣瑣在不同底土分布的規律性的基礎。无疑，砂往往是蓄水庫；因而，在砂为主的底土上，黑瑣瑣發育的主要为垂直根系。这样一來，它的根系直接深入底土，并且不妨碍距离相互接近的黑瑣瑣的生長。而在保

水条件相当差的重底土上，黑瑣瑣根系強烈向四面發展，为了尋找水份，擴及到很大面積。在这样情况下，黑瑣瑣根系互相妨碍發育，引起部分死亡和灌木林稀疏。

除开分布性質的差異以外，在輕底土和重底土上的黑瑣瑣在外貌上也有許多不同之处。莖干的高度变化特別強烈。黑瑣瑣高度經過大量測量，确定在由粘土和粘壤土組成的地段上，大部分植株不超过 0.35—0.5 米，而在以砂土为主的土層上黑瑣瑣最大部分高度为 1.5—2 米。此外，在砂土上的黑瑣瑣看起來茂盛、稠密而油綠，而在重底土上矮小而畸形。

为了从研究样地轉到岩石制圖时应用上述方法，必須查明根据航空照片可能揭露不同岩石綜合体上黑瑣瑣的确切差異到怎样程度。

特別是，必須闡明：а. 根据航空照片的測量是否可能作分布圖解，б. 根据航空照片構成的圖解和地面測量構成的圖解相符合到怎样程度。

維克托罗夫（1947）的著作提出了肯定答复这个問題的理由，他指出根据地面測量材料，某些沙漠灌木的分布是和相应的照片上測量的相符合。

我們測量航空照片时，利用帶有光学仪器的日內瓦規尺（Женевская линейка）可以測定距离到 0.2 毫米。在照片上应选择形象要多少一样的部分。为了測量时不致无意超出这部分的範圍，須划清这部分的界綫。其次，沿着放在选定部分的一边至另一边的規尺，測量相鄰輪廓分明的瑣瑣樹冠圖象間的距离。然后，將規尺向上或往下（为了不重复落到已測量部分，应將規尺向同一方向）移动，反复進行測量一直測量到总数达 100。按照前述地面測量的方式將求得的数值進一步加以整理。

比較根据地面測量和航空照片測量構成的不同岩石綜合体的圖解，表明在这兩类圖解之間很相类似。

將求得一定机械組成的变种占优势的各个地段的測量数值加起來，并予以平均，我們就得到平均圖解。这时我們可作出地面測量和航空照片測量的这样的平均圖解。

当比較这些平均圖解的类型时，發現三种类型圖解（砂土、粘壤土和粘土層的圖解）的差異表現很明顯（圖3、4）。砂的平均圖解实际上是相互重复的。代表粘壤土的圖解也很相似，代表粘土的圖解，一般相似，但在高峰的位置上，有某些差異：根据航空照片測量構成的圖解，在0到5米間距內还有第二个高峰。但是这些次要差異不能否定这样情况，航空照片測量基本上形成了三个相互有很明顯差異的基本圖解类型。

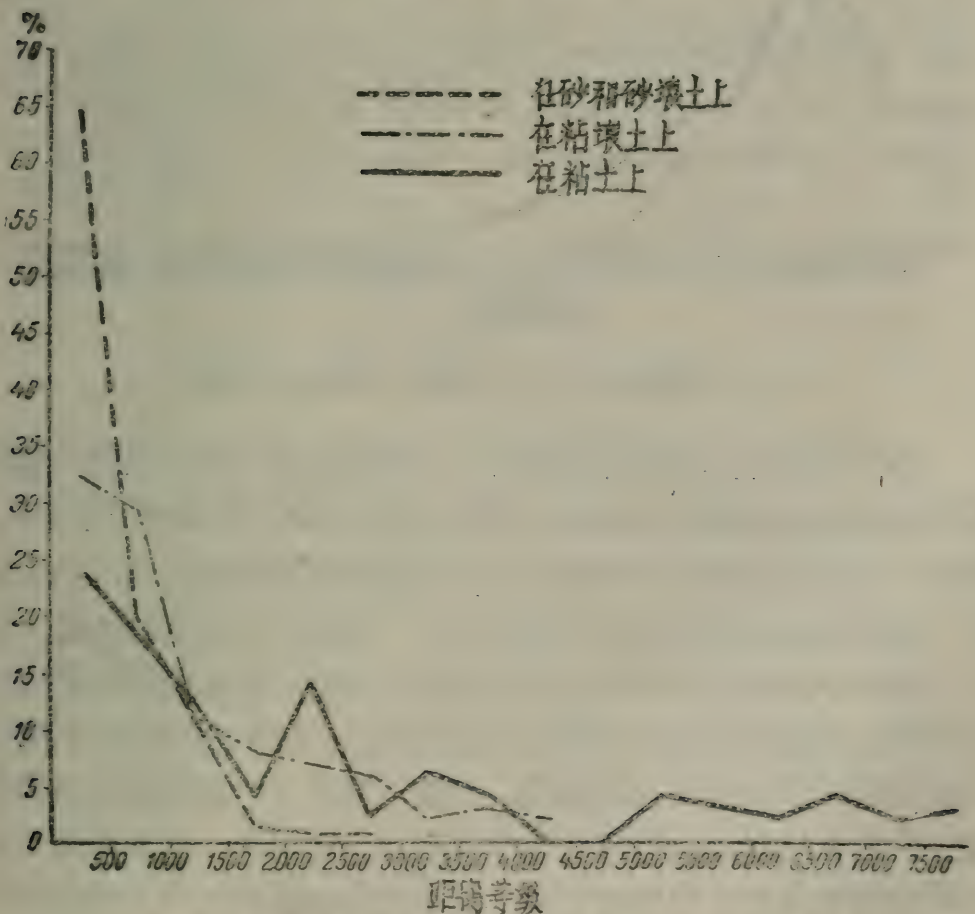


圖3. 黑斑分布平均圖解（根据航空照片測量）

由航空照片得出的分布圖解使地植物学家有可能根据瑣瑣灌木叢的密度和分布的照片進行岩石判讀。

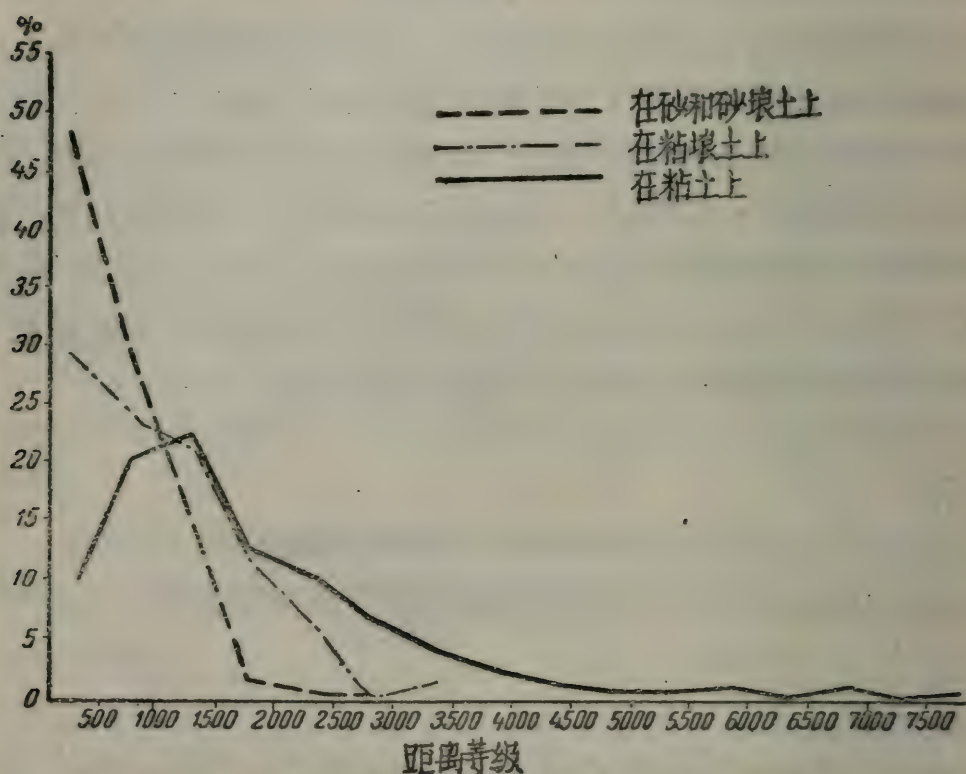


圖 4. 黑瑣瑣分布的平均圖解 (根据地面測量)

为了構制古沉積層的岩相圖，应制圖的整个区域在圖上填入系列地面調查路綫以后，按航空照片材料划分成許多相当不同的，例如一般性質主要是黑瑣瑣的分布密度和茂盛度相互不同的地区。这种最初的划分是以目測進行的。自然有几分主觀性質。然后，垂直于根据航空照片划出的界綫作剖面，沿此剖面研究根据航空照片測量構成的分布圖解的系列地段。位于地面路綫之間的地段作最精密判讀和大量測量。比較不同各点的圖解就可以确定在划出的界綫範圍內黑瑣瑣分布相似到怎样程度。这可能修正最初划定的界綫并使它比較客觀。整个这些判讀材料和上述地面路綫描述加以联系，并且地面調查的結果而將其大大修正。

这种方法和利用十分稀疏鑽孔網的鑽孔材料配合起來，就有可能精确地制出能滿足生產任务的古冲積沉積岩相圖。

参 考 文 献

Бейдеман И. Н. Краткий обзор корневых систем полупустынных растений. Тр. Азерб. отд. Закавказ. ФАН СССР, т. V, 1934.

Викторов С. В. Изучение распределения и дисперсии растений по аэрофотоснимку. БМОИП, отд. биол. т. LII (4), 1947.

Востокова Е. А. Чиевники Западного Казахстана. БМОИП, отд. биол., т. LVII (1), 1952.

Граев Н. П. Тугайные джунгли низовьев Аму-Дарьи. Изд. «Власть Советов», 1936.

Крассовская И. В. Корневая система растений в зависимости от внешних факторов. Тр. по прикл. бот., генетике и селекции, т. XV, вып. 5, 1925.

Петров М. П. Корневые системы растений песчаной пустыни, их распределение и взаимоотношения в связи с экологическими условиями. Тр. по прикл. бот., генетике и селекции, сер. 1, № 1, 1933.

Фурсаев А. Д. и др. Сукцессии приморской полосы дельты Волги. Саратов, 1938.

Weaver. Root development in the grassland formation. 286 Carn. Inst. Publ, 1919.

在沙漠和半沙漠中進行 水文地質調查時地植物法的应用

沃斯托科娃 (Е. А. Востокова)

1. 地植物觀察在水文地質調查時的意義

幾年來，全蘇航空地質托拉斯的地植物學家全體人員曾利用地植法尋找地下水。這方法對解決水文地質問題有一定而且相當大的幫助。現在要求利用地植法來尋找潛水特別迫切，因為應用這種方法能最快而且最方便地解決蘇聯東南缺水地區必須建築的水井網問題。

本篇論文目的在於總結全蘇航空地質托拉斯的地植物學家研究植被作為沙漠和半沙漠水文地質條件的標志的某些經驗。

在蘇聯沙漠和半沙漠植物之間可以找出弗列阿特植物類群（фреатофит），即根系可達到潛水的植物。這種植物類群是潛水接近的最重要地植物標志。弗列阿特植物的根系雖說通過毛細管壁和潛水相聯系，但這種聯系是它們生存必須的條件。所以，這類植物幾乎不依靠雨水可能在整個生長期中順利地生長和發育。弗列阿特植物在它整個生活期內和潛水緊密聯系，如果它們根系與潛水一旦隔絕，便會引起植物死亡。

由於植被和潛水位置深淺之間存在緊密的相互聯系（特別在乾燥條件下），弗列阿特植物所代表的植被和植物群落可以利用作為潛水標志（指示）。

在1948—1952年全蘇航空地質托拉斯地植物學家所作調查的

結果中，最完善地研究了潛水接近（達10—15米）標志的植物群落；后者就是本論文中主要研究的。

弗列阿特植物是占優勢的種的植物群落可以認為是水的直接標志（水文指示植物），因為按照這些植物群落的分布可以直接判斷潛水水位的深度，往往也可以決定它的礦化程度。

不屬於弗列阿特植物，但其中有相當數量弗列阿特植物參與的種構成的植物群落也可歸屬於“直接”水文指示物。例如在捷米爾-阿克秋賓斯克前烏拉爾地區發現有弗列阿特植物的禾本科——光澤針茅的個別分散的植株參與的針茅-溝葉羊茅群落。優勢種——針茅和溝葉羊茅均不是弗列阿特植物，而光澤針茅卻是一種典型的弗列阿特植物。這個群落應該把它看作“直接”指示植物，因為根據經常有光澤針茅存在，就可以直接判斷潛水水位的深度。

但是，除開直接指示植物以外，在植物群落之間還發現潛水的大量間接標志。它們優勢種並不是弗列阿特植物，並且它們的根系和潛水沒有必然的聯繫，或者，也沒有通過毛細管和潛水的直接聯繫。不過，往往可以確定這些植物群落和代表一定水文地質特征的某些岩石差異的極嚴格的相关性。植被是這些岩石差異的標志，因而同時可以把它們看作水文地質條件間接標志。

例如，在捷米爾-阿克秋賓斯克烏拉爾地區可作為古第三紀含石膏粘土的標志的植物群落，同時可以認為是潛水沒有接近的標志。相反，發育在含有淡水の上アル布砂上的禾本科-雜草群落可作為上アル布砂層及淡水的標志。根據分布在砂岩系和它下墊的粘土的接觸帶上的許多泉水和弗列阿特植物群聚可以判斷有淡水存在。

根據植被闡明這一或另一岩石變種的分布也可作為鑑定潛水鹽漬化的材料。如奧洛查尼什尼克（Г. И. Оловянишник）指出（指中央費爾干納條件而言）在粘土質含水層的情況下，潛水和

土壤的鹽漬化較在粗粒砂含水層中為高（奧洛查尼什尼克，1939，107 頁）。

由此可見，和潛水沒有直接聯系的，但是根據它們的分布可以判斷岩石-地球化學條件，並間接可決定一定地段的水文地質情況的植物群落可以認為是水的間接標志（即間接水文指示植物）。

直接和間接水文指示植物之間的原則上的差異在於：作為直接水文指示植物的群落經常是水的標志，只是它們指示作用在細節上稍有變化，也就是在不同地理條件下，某種群落在一種情況下可能是稍為接近地表的潛水標志，在另一情況下可能是稍深潛水的標志。而間接水文指示植物只在一定地區起作用，而在另一地區也可能不是有水的標志。例如假木賊叢〔義明蜚蓼（*Anabasis salsa*）群落〕主要發育在硫酸鹽鹽漬化的重底土（粘土或重粘壤土）上。在捷米爾-阿克秋賓斯克烏拉爾地區，它們指示下阿爾布和亞普第粘土層，而且在假木賊叢下的潛水主要位於相當深的地方。而在里海沿岸東北部，假木賊叢常常占有由粘土組成的、構成當地不透水層的勺兒湖間低下區域；在這種情況下，5—10 米深度可以發現潛水。

在一定地段內分布的直接和間接水文指示植物能提供判斷當地水文地質情況的可能性。

植被也可以作為沿着高原、峽谷（沖溝）等的斜坡見到的含水層和不透水層接觸位置的很明顯的標志。

根據地植物標志來發現當地水位不深的淡水是在水文地質調查中應用地植物法的很重要的領域。按照弗列阿特植物的分布容易確定呈不深產出的含水層或透鏡體狀的淡潛水局部聚積的情況，這一點在沙漠中對砂塊來說是特別典型的（拉門斯基，1951）。這些水雖說往往是沙漠中供水最易獲得的泉源，但是每每為通常的水文地質制圖所忽略。所以，確定甚至指示不深潛水層的和潛水透鏡體的植被的指示作用，有着一定的經濟意義（普里克蘭

斯基, 1935, 1937; 安托年科和波茲德亞科夫, 1942)。

借助植被, 利用最小資金進行鑽探可能比較迅速而且簡便地指示出最利于擴大井網的地方, 并且能查明从潛水水位的观点上最适于灌溉的面積。

2. 水文指示調查方法

为了水文地質目的進行的地植物調查称为水文指示調查。

水文指示調查工作可分为二个階段: 1. 确定植物群的指示作用, 即闡明該景觀地区的直接和間接的水文指示植物, 2. 研究水文指示植物的分布和編制水文指示圖。

闡明接近潛水的指示植物的弗列阿特植物和植物群落的方法, 即闡明“直接”水文指示植物的方法, 就是这样。通常在預先准备階段, 根据文献材料, 找出在必須研究地区分布的植物——弗列阿特植物。再在野外, 采取实验方式最后确定这一或另一植物群落的指示意义。在早已确定潛水水位的地段(在已發現有水的井、泉、鑽孔和探坑附近)進行精密的地植物描述; 在水池、勺兒湖和湖泊附近, 作出反映植被变化和潛水水位变化联系的地植物剖面。而且需要反复观察在一同地段同一植物群落下的潛水水位深度。当描述植被时应当特別注意地形条件。

描述水井和水池附近植被时必须主要注意这里根本的重要的植物群落, 而不是注意在这些条件下常有的半野生的植物群聚。为了正确地找出直接水文指示植物也必须調查根系及其進入土中的深度, 分叉的性質和与潛水的关系, 这样調查虽說是部分性的, 也是必要的。

不过, 这些工作在路綫調查的条件下是非常困难的, 因为需要作半定位观察。所以观察植物的物候状态具有特殊意义。在干旱区域的条件下, 根系和潛水相联系的植物終年保持綠色, 常常

在最炎热时期（六月、七月）开花和结实，即表现出和降水沒有一定关系。

对比所有得到的材料可能（多次重复观察，每一群落观察不小于10次）阐明这一或另一群落的水文指示作用。这使可能编制所謂当地水文指示作用圖^①。在表1中援引了水文指示作用圖可能变化的一条例子

烏拉尔地区的一个半沙漠地区的水文指示圖式 表 1

潛水水位深度	作为潛水指示物的植物群落		
	良好飲料的淡水	可作飲料的鹽水	不可作飲料的鹹水
0—1.5米	1. 中生植物的綜合体的蘆葦叢 2. 柳和胡頹子社会类型 3. 沙蕪草群落	1. 猪毛菜綜合体中的蘆葦叢	1. 球果鹽地鈍鱗木林
1.5—3米	1. 拂子茅群落 2. 野麥群落 3. 光澤針茅—拂子茅群落 4. 光澤針茅—野麥群落 5. 光澤針茅—槐屬群落	1. 光澤針茅—伏枝冰草群落 2. 光澤針茅—光纖松群落	
3—5米	1. 光澤針茅—茅Bocrпeн-西伯利亞冰草群落 2. 多枝蒿群落	1. 光澤針茅—骆驼刺群落 2. 光纖松群落 3. 多枝蒿群落	
5—10米	1. 灌木—羽茅群落 2. 光澤針茅参与的針茅—阔叶茅群落		

在指示圖中举出的不同植物群落有不同指示意义。一种是淡水或含微量鹽分的潛水的标志，另一种是鹹水或苦鹹潛水的标

^①实际上，在野外只編制草圖。待至室內的整理时期，在求出水的分析結果以后，再加以确定。

志。每种弗列阿特植物（因而它也是群落中的优势种）和潛水水位深度的关系可說明如下：a.最适宜的潛水水位深度，在这种情况下，該种植物發育經常达到最高峰；b.潛水深度的下限超过这种深度，由于水份不足，引起該种的消失；B.潛水深度的上限超过这种深度，由于过于湿润，某些种开始死亡（普里克朗斯基，1937；梅采尔，1927）。

因此相应，根据直接指示植物——植物群落就可找出潛水正确的深度，在这种情况下，这些群落正常發育，当然也就經常遇到。現在可分出作为潛水不同深度标志的六类植物群落：Ⅰ类群落标志潛水深度达1.5米，Ⅱ类达1.3—3米；Ⅲ类达3—5米；Ⅳ类达5—10米；Ⅴ类达20米；Ⅵ类在20米以上。

在圖1和2上，是按照下列方式構成的圖解。总計在每一植物群落下不同深度發現潛水的次数。統計結果以百分比表示。这样，圖解就表示这一或另一植物群落和潛水水位的一定深度的相关性到怎样程度。

就同一植物群落而言，潛水面水位深度的变化有相当大的变幅，可以用下列几个基本原因來說明：

1. 优势植物——弗列阿特植物和整个植物群落有或多或少的生态变幅。
2. 潛水水位季節变化，有时达到極大数值。
3. 植物根系有高度可塑性。

当利用植物群作为水文指示植物时，必須考慮这些可能的变幅。所以在水文指示圖中，必須指出在某种范围（由一到）內为每一群落所特有的潛水的深度。例如，在沙漠北部条件下，在潛水水位不同深度（由3至15米）的情况下，均發現波塔什尼克群落（爪爪鹽屬一种），但是基本上，波塔什尼克群落是位于5—10深度潛水的标志，因为，在这深度見到波塔什尼克群落的次数，占整个观察次数85%。顯然，5—10米深度是这群落最适宜的深

度。

根据植被更精确地预测潜水水位深度和矿化程度，必须精密研究整个植物群落——水文指示植物。研究群落中某些优势弗列阿特植物的分布是重要的。在这些情况下作水文指示调查时，分布图解方法相当常用。分布图解能在多方面确切地确定我们的植物水文指示作用的知識。例如对比和研究不同光泽针茅群落中的光泽针茅 (*Stipa splendens*) 分布图解，发现当淡的潜水接近地面 (2—3 米) 时，在图解上于 0—50 厘米间有表现显著的高

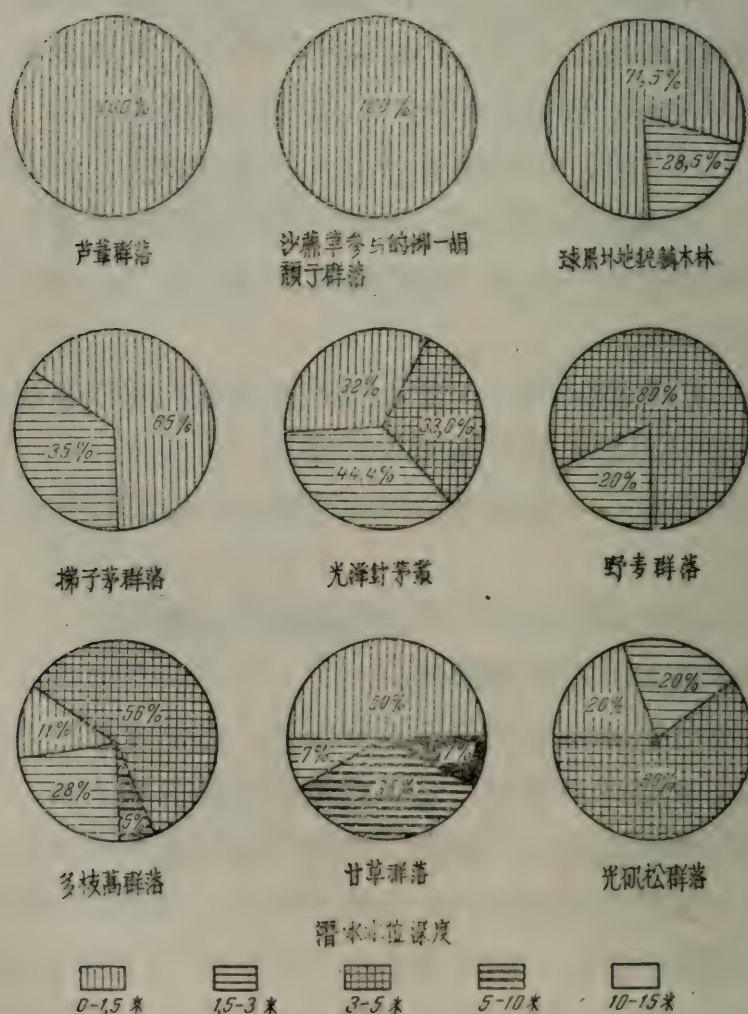


圖 1. 半沙漠帶各种群落下潛水水位深度的对比

峰，而在含鹽較多的潛水的情況下，高峰顯著向右移（沃斯托科娃，1952）。

在里海沿岸卡拉沙漠中曾利用圖解研究过在潛水水位不同深度的情況下无叶蠅藜的分布，这使有某些可能認為无叶蠅藜的密度反映潛水水位的深度比反映水的礦化程度大，圖 3 的圖解 1 表示含鹽的潛水水位接近（2—3 米）时无叶蠅藜的分布，圖解 2 和 3 表示在不同礦化下潛水水位較深（5 米）情況下它的分布：圖解 2 代表鹹的潛水，圖解 3 代表鹽水。圖解 2 和 3 几乎一样，高

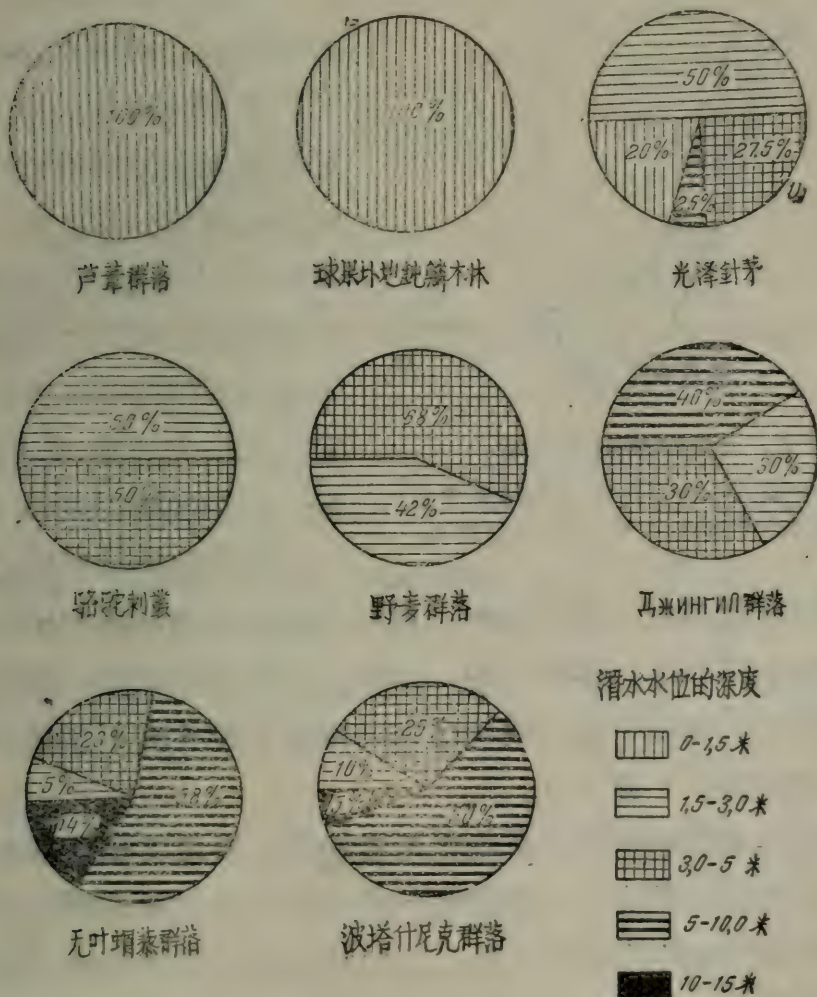


圖 2. 北方沙漠亞帶各种群落中潛水水位深度的对比

峰下降，曲綫稍为延伸，是无叶蜆葵小灌木相当稀散的表现。圖解 1 有較明顯表现的高峰和急剧下降。圖解 4 代表在較深的淡水（7.5 米）情况下无叶蜆葵的分布，它具有反映在較深的鹹潛水下无叶蜆葵分布圖解的一般

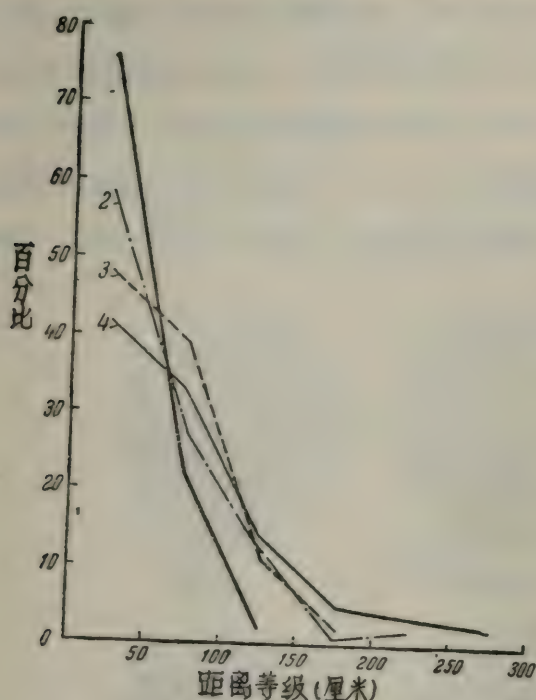


圖 3. 无叶蜆葵分布圖解:

1—圖占拜—庫杜克井区；2—圖列卡尔井区；
3—圖沮尔普井区；4—阿—尔普井区

延伸情况，但稍为升高而十分明顯表现的高峰。当編制土庫曼西南部不同駱駝刺群落中駱駝刺 (*Alhagi pseudalhagi*) 分布圖解时，發現在这种情况下，潛水鹽漬化程度不只是影响駱駝刺种屬組成而且影响駱駝刺的分布。在土庫曼西南部，發现駱駝刺叢随着潛水鹽漬化程度的增加而成十分有規律的稀疏現象，但它并不取决于潛水水位深度。这情况說明于表 2 中。

根据这些材料構成的圖解（見圖）容易把它分为兩类：圖解 1 和 2 有表現極明顯的高峰并且圖解急剧下降；圖解 3 和 4 延伸，沒有明顯高峰。圖解 1 和 2 反映在淡水情况下駱駝刺的分布，圖解 3 和 4 表示在鹹水情况下駱駝刺的分布（圖 4）。

上面列举的这些例子使我們可能相信，要更詳細作水文地質預測可以利用結構特征，即在这一或另一群落中弗列阿特植物分布和水文地質条件的依存关系。这种特征在分布圖解中可以最明顯地观察出來。而且，应当指出，一种植物分布圖解主要反映潛水的深度，而另一植物分布圖解主要反映潛水礦化程度。

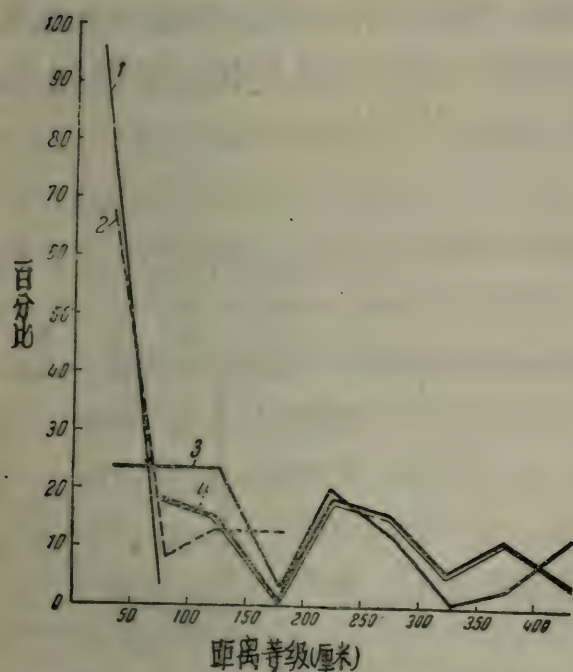


圖 4. 駱駝刺分布圖解:

1—翁別爾麥斯泉地區； 2—達拿特泉地區；
3—克茲帕爾井地區； 4—雅克雅依爾井地區

利用起水文指示作用的分布圖解的方法，在某些情況下，使可能應用航空方法尋找水源。例如，大的弗列阿特植物（主要為灌木或喬木如黑瑣瑣）分布性質容易在照片上看出來。而且發現根據航空照片測量和地面測量所構成的分布圖解，按其性質而言，可以等量齊觀。

不過，在作水文指示調查時，只研究群落中一種優勢種——弗列阿特植物是不夠的，必須細密分析整個群落。當確定潛水鹽漬化的程度和性質時，研究群落中同住的次要的種特別

表 2

圖解編號	調查地段	潛水深度 (厘米)	總量 (公升)	按 照 距 離 等 級 測 量 數 的 %											
				0—50	50—100	100—150	150—200	200—250	250—300	300—350	350—400	400—450	450—500		
I	翁爾麥斯泉	0	370	96	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
II	達拿特河	0	830	68	8	12	12	—	—	—	—	—	—	—	—
III	克茲帕爾井	1.7	5223	24	24	4	20	12	0	4	12	—	—	—	—
IV	雅克雅依爾井	2.0	7671	18	14	2	20	16	6	12	1	4	4	4	4

重要。例如，象蘆葦、駱駝刺、光澤針茅、和某些其他的弗列阿特植物可以作为淡水和鹹水的标志，这点在表3中已說得極明顯。

表3

种 的 名 称	潛水中含鹽量(毫克/立升)	
	最 高 量	最 低 量
蘆葦 (<i>Phragmites communis</i>)	25,000	200
駱駝刺 (<i>Alhagi pseudalhagi</i>)	12,000	700
无叶蜆蕨 (<i>Anabasis aphylla</i>)	15,000	400
光澤針茅 (<i>Stipa splendens</i>)	10,000	200

为要較細詳地預測水的礦化程度，应当注意整个植物群落，特别是它的种屬組成。我們試將不同类型的光澤針茅叢（光澤針茅群落）指示作用加以分析，光澤針茅是水接近地面的一般指示植物，按照它的种屬組成，可分出指示水的不同礦化程度的一系列类型。在庫亞河平原，我們曾选出駱駝刺—細序菊群落作为直接水文指示植物。在这些群落中，优势种为弗列阿特植物——駱駝刺 (*Alhagi pseudalhagi*) 和細序菊 (*Karelinia caspica*)。这些群落是深1—5米，而且主要为1.5—3米的潛水的标志。不过，水的礦化程度可能極不同，所以必須更詳細分析在駱駝刺—細序菊群落总的名称下的各个个别的植物群落。这些群落容易再分为兩类：

5. 鹽生植物（耐鹽的）成分參與的駱駝刺—細序菊群落；
6. 中生植物參與的駱駝刺—細序菊群落。

在駱駝刺—細序菊群落的第一类中，最常見的有下列鹽生成分：疏穗獐毛 (*Aeluropus littoralis*)、磯松屬一种 (*Staticeotolepis*)、霸王屬一种 (*Zygophyllum oryanthum*)、而无

叶蜆葵 (*Anabasis aphylla*) 比較稀少。当氯化物含量为 8%, 硫酸鹽含量为 13% 的鹽漬化时, 往往有白刺 (*Nitraria schoeberi*) 生長, 在輕度鹽漬化底土上它發育最好。此外, 这种駱駝刺-細序菊群落的类型有时發現在一种綜合体中, 其中有長着波塔什尼克 (*Kalidium caspicum*) 与少数鹼穗木屬一种 (*Halostachys caspica*) 的小塊鹽土。在这些情况下, 土壤上几乎經常見到鹽霜。水的鹽漬化大: 当干殘留物为 16.559 毫克/升时, 氯化物含量达 8967 毫克/升, 硫酸鹽达 4337 毫克/升。

在駱駝刺-細序菊群落第二类型中見到拂子茅屬 (*Calamagrostis epigeios*, *C. Pseudophragmites*)、狗尾草 (*Setaria viridis*)、楊屬、胡頹子屬、和檉柳屬等孤株以及东方鉄綫蓮 (*Clematis orientalis*) 和尖牛皮消 (*Cynanchum acutum*)。在中生植物參與的駱駝刺-細序菊群落地段的潛水或者有微弱鹽份的含量, 或者几乎淡水。如固体殘留物为 632—1194 毫克/升时, 氯化物含量由 148 至 223 毫克/升, 硫酸鹽由 107 至 167 毫克/升。

由此可見, 除开利用分布圖解的方法以外, 对直接水文指示植物——群落作植物分析也能提供精确地預測一定地段的水文地質条件的某些可能性。

同一弗列阿特植物和群落——直接水文指示植物可能有时在不同地理帶或亞帶的極大的範圍內發現。虽說这些广泛分布的水文指示植物的指示作用能大体保持不变, 但是在細節上可能有某些差異。例如, 在沙漠的北部亞帶和南部亞帶的水文指示植物群落主要为檉柳群落、波塔什尼克群落和黑瑣瑣-波塔什尼克群落。这些群落的水文指示作用在划为亞帶內的整个区域内基本上沒有变化。只有向北移时, 这些群落照例發育在潛水較接近地面的地方。如在沙漠南部, 有波塔什尼克參與的黑瑣瑣叢是深 10—20 米潛水的标志, 而这样的有波塔什尼克參與的黑瑣瑣叢在中央烏斯秋尔特鹽漬盆地区 (北部沙漠) 中則为深 5—10 米的潛水标

志。

分布在南部沙漠的波塔什尼克群落是深 5—15 米潛水的标志；在北部沙漠波塔什尼克群落是深 3—10 米水的指示植物。

比較作为直接指示植物的不同植物群落在半沙漠和沙漠中的指示作用，可能得出下列結論：反映每一群落的指示作用的水文指示圖式應該將每一区域（或部分）和亞帶分別地加以編制，因为每一个这样区域有它自己特有的作为潛水指示的植物群落。此外，某一群落的指示作用在不同亞帶可能改变。

一定植物群落和潛水的緊密联系使有理由推断植被也可能作为潛水化学性和水位深度有規律变化的标志。沿着无流盆地和封閉小型水池外圍表現特別明顯。

作为潛水接近的指示植物的植物群落的分布对預測水文地質条件有很大实践意义。而且，研究由于潛水水位深度和礦化程度引起的植被的空間更替也可以提供因建筑灌溉工程和給水运河工程时水文地質条件的人工破坏而引起的植物群更替的概念，因此，当确定底土湿度性質时，研究不同水池和无流凹地附近的植物群落的生态行列顯然是有意义的。在沃斯托科娃(1953)的著作中曾分析在西哈薩克斯坦、里海沿岸北部和东北部以及部分恩巴河沿岸平原的条件下的淡水湖盆、鹽漬化溺谷、勾兒湖和湖泊的某些多少典型的生态行列。

3. 水文指示圖的編制

水文指示調查的下一个階段就是編制水文指示圖。我們理解水文指示圖就是划分作为水文指示植物的植物群落的植被分布圖，也就是根据植物群落分布可判断区域一定地段水文地質特征的圖。水文指示圖不是嚴格的地植物圖，因为其上常常划分不相等的植被單位。例如，不是水文指示植物的相近植物社会可以合併

为一种类群或群社，并且以一种符号來标志。相反，有極大水文指示作用的植物群落（主要为直接水文指示植物即使它們的延伸面積不大），在圖上也要划分出來。在后一种情况下，有时必須应用超比例尺符号來标志特別重要的群落——水文指示植物的分布地点。

在編制水文指示圖时，首先要把植被大的分类單位（植物社会类型或群社类型）界線画上，以便对植被、間接地对水文条件有一个总的概念；然后，在这个底圖上划分对水文地質調查有特殊意义的直接水文指示植物的植被較小單位。

有时，在水文指示圖上，必須划出群落中各个种的發育節奏或生活強度相互不同的植物社会地段，这样能指出水份条件的变化（当其他条件相同时）。例如，根据維克托罗夫在南費尔干納的觀察口述。在峽谷的冲溝沉積層中有水位不深的潛水是根据彼罗夫斯基植物叢（*Perovskia scrophulariaefolia*）大量开花一直延迟到晚秋之前这个情况而确定的，因为在那些沒有水的地方，开花早已停止并且植物已經枯萎。維克托罗夫利用彼罗夫斯基的不同發育節奏地段作为水文指示物并繪在水文指示圖上。

闡明含水層和不透水層对水文地質学家有很大实践意义。在这种情况下，“当到处植被已經凋殘的时候，而在河谷和拗地帶的斜坡上有較丰富而鮮艷的植被，可以証实这里有地下水”（蘭格，1931，163 頁）。这是容易說明的，通常在含水層和不透水層的接触地点，水份情况非常好，所以在这些地点或者發育和潛水接近地面相关的群落，或者和四周不同的而有較長生長期，因而生活強度和季相不同的植物群。这样地段有时在圖上也可以用超比例尺的小綫条划出。

合理地編製水文指示圖首先要从实际 經濟建設 意义方面着眼。直到現在，集体農庄和國營農場的水源不僅借助开鑿深的自流水井，而且也利用建筑依靠潛水，有时依靠上層水供应的不深

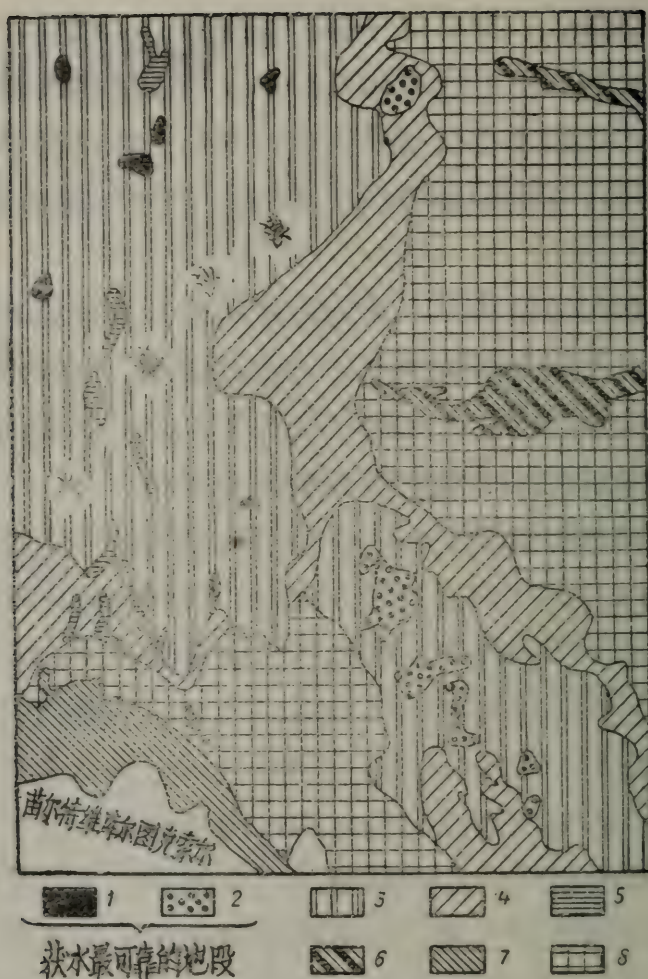


圖 5. 水文指示圖

- 1—骆驼刺灌木叢(深3—5米的淡的或含鹽的潛水); 2—无叶胡
 荊灌木叢(深8米的淡的或含鹽的潛水); 3—沿着淺盆地有骆驼
 刺和野麥参与的蒿屬西伯利亞冰草群落(深5—10米的潛水);
 4—沿淺盆地无叶胡荊灌木叢参与的蒿和蒿-无叶胡荊綜合体(深
 8—12米的潛水); 5—球果鹽地鈍鱗木林(深达1.5米的苦鹹潛
 水); 6—沿勾兒湖的假木賊和球果1鹽地鈍鱗木綜合体(1.5—3
 米和3米以上的潛水); 7—猪毛菜群落(深0—2米苦鹹潛水);
 8—在深的潛水情況下, 含石膏粘土上的假木賊叢

的水井供給。对闡明配置这种工程的地段來說, 地植物水文指示圖可能有很大帮助, 因为这是最簡單而明了的圖件。

同时, 水文指示圖对地質学家和水文地質学家也有輔助科学意义, 因为它能指出岩系接触处的許多标志植被, 指出不同含



圖 6. 鹽漬化平原背景上的喜湿群落

水岩層的空間更替。

此外，水文指示圖也可能作为改良土壤的参考資料，因为圖上已划出接近潛水的地段，当灌溉时，它可能上升到臨界水位之上，可能引起这些地段次生鹽漬化的危險。普里克朗斯基指出在灌溉区域進行水文指示調查时，“植被的性質与分布和潛水水位深度和礦化程度的依存关系的地植物材料”有很大意义（普里克朗斯基，1937，17頁）。

由此可見，确定了植物群和潛水水位深度及礦化程度的联系以及根据这种联系編制了水文指示圖，这样就使我們能以最小資金用于鑽探，在最短期間內預測調查地区水文地質条件的知識。

当沒有很厚的潛水層的情况下，对小透鏡体狀的上層淡水分布地区作的水文指示圖以及砂塊的水文指示圖有特別大的意义。在第一种情況下，地植物法使有可能迅速地花費少数資金找到在

通常水文地質制圖時難于發現的小透鏡體狀的水源。砂塊水文指示圖有助于划出沙漠地方蓄水最多的地段，以便挖掘新井。

在圖 5 上援引里海沿岸卡拉沙漠部分的水文指示圖片段。

當編制水文指示圖時，應用航空方法可能有極大幫助。作為潛水接近標志的群落往往在沙漠條件下呈鮮綠季相，因此，它們明顯地突出在夏初已枯黃的其他植物群之間。直接水文指示植物分布的地点不只是由地上觀察，而且由航空路線觀察均很明顯。此外，由于暗綠色季相，使這些地段在航空照片上往往可極清楚地觀察出來。

在圖 6 上，可以看到在周圍干燥鹽土的底景上明晰地分出潛水水位接近的地段，由于在這地段發育着茂盛郁閉植被，構成許多暗色區域。

近年，在哈薩克斯坦和土庫曼的沙漠和半沙漠中進行調查時開始大量進行水文指示調查，這種方法在那里証明完全有效。不過它還必須進一步改善和加工。

参 考 文 献

Антоненко К. И. и Поздняков Н. А. Водоснабжение войск в полевых условиях. Воениздат, 1942.

Бейдеман И. Н. Смена растительного покрова в связи с изменением режима грунтовых вод. Докл. АН Азерб. ССР, № 4, 1946.

Востокова Е. А. Чиевники Западного Казахстана. БМОИП, т. LVII, 1952.

Ланге О. К. Краткий курс общей гидрогеологии. Гос. Научн.-тех. изд. 1931.

Оловянишников Г. И. Материалы, выясняющие зависимость засоления грунтовых вод и почв от свойств водоносного слоя и глубины залегания грунтовых вод. Пробл. сов. почвоведения, сб. 7, 1939.

Приклонский В. А. Растительность и грунтовые воды. Сб. «Гидрогеология и инж. геология». № 1, 1935.

Приклонский В. А. Гидрогеологические исследования в ирригационных районах. Тр. МГРИ им. Орджоникидзе, т. VI, 1937.

Раменский Л. Г. Проблемы пустынных пастбищ в Туркмении. БМОИП, отд. биол., т. LVI (3), 1951.

在黑土上進行水文地質調查時

利用地植物法的經驗

捷米多娃 (Л. С. Демидова)、沙維林娜

(А. В. Шавырина)、庫晉娜 (З. М. Кузина)

法德耶娃 (О. И. Фадеева)、列文 (В. П. Левин)

黑土的牧地可以作为系列省和加盟共和國的冬季放牧基地，充分合理地利用的一个重要条件就是保証該地的飲水和牲畜飲料。

但是在解决这个問題時，碰到了很大的困难，因为在整个黑土区域分布的赫瓦倫含水層的強烈礦化水，实际上不适于作飲料。保証牧場的飲水基本上只能依靠地方性蓄積的淡水（滲透水和凝結水），这种水位于主要存在于砂塊內的透鏡體中。

因为透鏡體狀的淡水位于比較不深的地方，那末找尋这种水就可能利用和淡水相关的植物種組成的一定植物群落作为極有效的标志。因此，在部分黑土區內曾進行过地植物水文指示調查，其結果分述于下。

我們調查的理論根据是可能利用植被作为水位不深的潛水深度和礦化程度的标志的概念，这概念在本論文集內的沃斯科娃的論文中已有所闡明。

这工作和在同一區域內進行的水文地質調查有緊密联系。而且，在大部分区域的地植物工作要勝过水文地質工作者的調查工作，所以后者在配置鑽探點時要參考地植物測量材料。同时鑽探又可以复檢根据地植物材料所作預測的正确性，这样，水文地質学家又給地植物学家以很大帮助。

我們利用的是通常的水文指示調查方法。起初調查并描述水井附近以及以前曾發現水的探坑和鑽孔附近样地的群落，找出作为淡水标志的植物群落，進而利用它作为基本地植物普查标志。

正如在黑土区進行的地植物和水文地質調查所指出的，淡水蓄積地段存在于流动沙的东南或东部邊緣，那里通常分布有風蝕盆地，盆地深度由 2 至 5 米；它們底部往往有砂丘。有时沿着盆地散布着高达 3 米的殘丘。通常盆地最低部分直接毗鄰流动砂盆地的北、南和东常常环绕着固定砂丘；有时蒿屬和水草复盖的草原緊緊地接近盆地。当划分有水的远景面積时，所有这些景观特征和地植物标志（將述于下）均引起了注意。

我們將充作水位不深、性質不同的潛水的标志的分布最广的群落簡述于下：

I. 淡水（干殘留物 0—3 克/立升^①）标志的群落

最可靠的一种淡水标志是波蘭草木樨占优势的社会：波蘭草木樨 (*Melilotus polonicus*) 社会、波蘭草木樨—大野麥 (*Elymus giganteus*) 社会、波蘭草木樨、沙蒿 (*Artemisia arenaria*) 社会、波蘭草木樨—沙蓬 (*Agriophyllum arenarium*) 波蘭草木樨—虫实屬一种 (*Corispermum aralo-caspicum*) 社会。

波蘭草木樨根系在植物生活初期已經長达 140 至 150 厘米，在第二年長达 200 至 250 厘米，即达毛管帶或自行給水 (самая вода)。

水愈接近地面以及它們礦化程度愈小，則波蘭草木樨發育愈茂盛。这种植物社会的垂直投影 (圖 1) 表明：在这样条件下波蘭草木樨植株發育非常大。根据波蘭草木樨占优势的群落所确定的水位深度变动不大。我們观察最小深度为 1.9 米，最大为 4.6

①該等級按照黑土区水文地質公司所定的等級。

米。

另一可靠的淡水标志是大的十字花的菥蓂屬的一种 (*Isatis sabulosa*) 参与的社会。几乎在任何地方，菥蓂屬的这一种在社会中不占优势，可是即使只有少数存在，却也能指示潜水的淡化。这种菥蓂屬往往沿着風蝕盆地的底部和斜波的輕微固定的和流动的沙上構成稀疏灌木叢 (圖2)。菥蓂屬的这一植物种根長達5米，但是不經常达到水，因为它通常生長在盆地斜坡上，在下列淡水标志的群落中可發現这种菥蓂屬：巨野麥-藍菥蓂屬群落、波蘭草木樨和菥蓂屬的这种参与的沙蒿群落、波蘭草木樨与菥蓂屬的这种参与的駱駝刺群落。根据这些社会測定的水位深度由3至4米。



圖 1. 波蘭草木樨 (*Melilotus polonicus*) 社会的垂直投影

除上述群落以外，沙蒿社会、沙蒿-巨野麥社会、波蘭草木樨与菥蓂屬的这种参与的沙蒿社会以及有沙蒿的駱駝刺群落也能确定有淡水存在。在黑土区内沙蒿群占有很大面積。往往發現它

存在流动沙塊的邊緣或輕微固定的砂上。沙蒿的根長達3—5米（圖3）。沙蒿枝条平均長70—90厘米。在这些社会中几乎完全沒有耐鹽种。下面列举的在深3米处發現淡水的（干殘留物1.9克/立升）探坑地段的簡略地植物描述可給上述植物社会以某些概念。



圖2. 菥藍屬的一種（*Isatis sabulosa*）的照片

	多度	生活强度
沙蒿 (<i>Artemisia arenaria</i>)	丰盛 (cop ²)	5
菝葜屬的一种 (<i>Isatis sabulosa</i>)	稀少 (rar)	4
虫实屬一种 (<i>Corispermum aralocaspicum</i>)	孤独 (sol)	4
矢車菊屬一种 (<i>Centaurea arenaria</i>)	孤独 (sol)	4
波蘭草木樨 (<i>Melilotus polonicus</i>)	孤独 (sol)	3—4
巨野麥 (<i>Elymus giganteus</i>)	孤独 (sol)	4
<i>Syrenia seliculosa</i>	稀少 (rar)	4

值得注意，甚至在这样情况下，当沙蒿 (*Artemisia arenaria*) 社会环绕鹽渍化低地 (勺儿湖) 边缘时，根据这种社会可发现淡水。

在黑土区内广泛分布的喜沙植物中，大的多年生禾本科——野麥屬 (巨野麥) 也可以認為是存在飲水的比較可靠的标志。它有良好的發育的根系，深达 2—3 米，并且达到潛水毛管上升帶。

通常它能生長在含淡水或含微量鹽水淡化底土上，并且發育茂盛。这种底土往往是流动砂。在鹽水水位不深的地方，極少發現这种植物，但是鹽水存在对巨野麥一生活强度有不良影响，并且能改变有鹽生种出現的群落的种的組成。所以預測以巨野麥为主的社会下的水礦化程度时，必須考慮生長地条件 (地形、逕流方向)、砂固定的程度，社会結構、巨野麥的生活强度

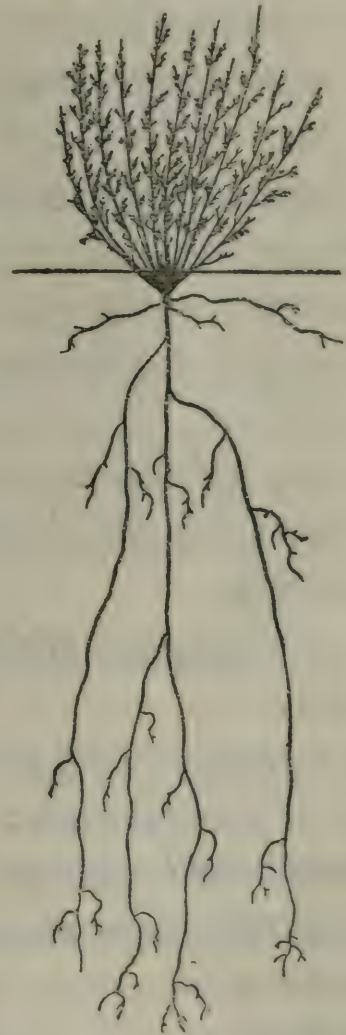


圖 3. 沙蒿 (*Artemisia arenaria*) 的根系

和同住植物的性質。

在以巨野麥为主的社会中巨野麥-菥藍屬社会、巨野麥-波蘭草木樨社会、巨野麥-沙蒿社会是淡水最可靠的标志。通常它們分布深3—4米几乎固定或不固定的風蝕盆地中。在这些盆地底部通常形成由野麥固定的巨大的流动“殘丘”；在低地中它們之間見到有菥藍屬的一种 (*Isatis sabulosa*) 参与的發育茂盛的波蘭草木樨 (*Melilotus Polonicus*) 灌木叢。在盆地外緣，照例波蘭草木樨数量減小，而菥藍屬的一种增加。往往巨野麥和菥藍屬社会占有盆地斜坡并分布在环绕盆地的輕微固定的砂丘之上。

在这些群落內打的坑井中取的水样，經過分析証实：最淡水（干殘留物少于1克/立升）位于巨野麥-菥藍屬的一种社会之下，礦化程度較高的水（达2.9克/立升）在有沙蒿的巨野麥社会之下。

II. 鹽水（干殘留物3—12克/立升）标志的群落

分布最广的鹽水（Солоноватая вода）标志是其中駱駝刺（*Alhagi pseudalhagi*）占优势或大量参与的各种群落。在这些群落中常見：

а. 少数耐鹽的有絨毛的白蒿和伏地膚半灌木参与的沙蒿駱駝刺社会。

б. 有輕微固定砂的典型种——黃耆屬一种，絲石竹屬一种（ка.им）的駱駝刺社会；在这群落中也可能發現巨野麥。这些和种駱駝刺結合是鹽水的标志。

要正确預測駱駝刺社会下水的礦化程度必須注意景观条件。如果这群落分布在有充当淡水蓄積源地的流动砂的盆地中，則在駱駝刺群落下只可能是微鹽水或淡水。

沙蒿占优势的某些群落也可作为鹽水的标志。在这些群落中

利用最普遍的是沙蒿与白蒿、禾本科灰落草 (*Koeleria glauca*) 伏地膚、鹽蒿 (*Artemisia salina*) 西伯利亞冰草 (*Agropyrum sibiricum*) 的同住結合。这样的社会主要發現在砂丘上或不深的盆地中。这里須要強調指出一条有趣的規律：在社会中耐鹽种參與的百分比愈大，在該种社会下水的礦化程度愈高。砂蒿-灰落草社会最常見于調查区域的北部。耐鹽种除沙蒿以外，常見有下列其他种：伏地膚、白蒿、西伯利亞冰草、塊蒿 (*Artemisia salina*)

Ⅲ. 鹹水 (干殘留物在12克/立升以上) 标志的群落

鹹水 (Соленая вода) 是黑土区分布最广的潛水类型，它的标志主要是白蒿 (*Artemisia incana*) 占优势或大量參與的各种各样的群落。这里，首先是复蓋着砂塊間大部黑土的蒿屬-冰草原的各种各样群落。白蒿侵入到其他群落中經常标志潛水礦化程度有一定的提高。如果在标志淡水的巨野麥占优势的群落中，即使出現少数白蒿，也应该料到礦化作用会有某些增強，而且水可能已經屬於鹽水。由此可見，白蒿是地植物預測潛水性質的一种最重要种。

有一些群落如白蒿和沙蒿群落、白蒿和駱駝刺群落、白蒿与塊生种群落也可以标志鹹水。

除白蒿社会外，广泛分布的鹹水标志是其他耐鹽种——伏地膚 (*Kochia prostrata*) 占优势的群落，它往往和駱駝刺与沙蒿構成同住結合。根据文献材料 (弗尔薩耶夫, 1954, 拉林, 1954), 伏地膚的根沒有达到潛水，并且它的分布顯然在很大程度上决定于土壤-底土的化学性質。

駱駝刺和典型鹽生种——光磯松 (*Limonium Gmelini*) 疏穗薹毛 (*Aeluropus littoralis*) 的同住結合也可能發育在鹹水上，

有时甚至發育在礦化程度高出50克/立升的脫鹽土(рассол)上。

檉柳(檉柳屬一種)、光磯松、球果鹽地鈍鱗木(*Halocnemum strobilaceum*)群落存在礦化程度最高的水之上。在黑土上这类分布最广的群落为檉柳灌木叢。它們生長地点的水位深度由3.2至6.8米,而礦化程度由18.2至47.3克/立升。

除了广泛分布的群落(它在水文地質調查时的意义已述于上)之外,我們也發現某些分布較少的潛水化学性的标志。其中屬於淡水的标志有甘草屬的一種(*Glycyrrhiza zglabra*)占优势的群落,有巨野麥的西伯利亞紫丹(*Tourenfortia sibirica*)群落;标志鹹水的有塔塔尔濱藜(*Atriplex tatarica*)群落,鹼蓬(鹼蓬屬各种)群落;在鹽水上發育着絲石竹屬的一種(*Gypsophila paniculata*)参与的群落和針茅占优势的群落。

当預測潛水的礦化程度时,不僅必須注意群落的种屬組織,而且須注意作为指示物的某些最重要种的生活強度和分布密度。例如在駱駝刺地段确定水的礦化程度时,除开考慮地植物和地形特征以外,还須考慮駱駝刺茂盛度和生長密度。如要闡明駱駝刺的茂盛度与密度和潛水礦化程度的依存关系須進行系列觀察,其觀察結果構成駱駝刺分布曲綫和在不同礦化程度的水上它的高度和直徑的圖解。

根据在淡水与鹽水(由0至12克/立升)和在鹹水(干殘留物在12克/立升以上)上的平均材料構成的兩种曲綫和高度与直徑的圖解。將其比較,得出下列結果(圖4)。

- a. 在淡水和鹽水上駱駝刺植株的高度和直徑比在鹹水上大;
- б. 在淡水和鹽水地段觀察到比在鹹水地段上更大的駱駝刺分布密度和均匀度(равномерность),在鹹水地段上駱駝刺構成不均匀稀疏植被,在各个植株之間保存很大距离。

駱駝刺在分布、高度和直徑上的这些差異只在这样情况觀察十分明顯,即当在比較地段上水的礦化相差在3—4克/立升以

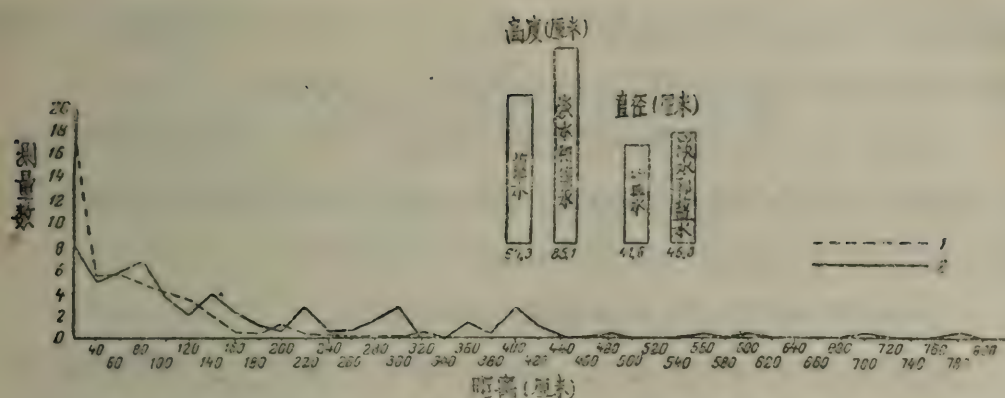


圖 4. 取决于不深水的礦化作用的駱駝刺 (*Alhagi pseudalhagi*) 分布曲綫及其植株高度与直径圖解

1—在淡水和塊水上；2—在鹹水上

上时。

綜合作为水的标志的基本群落的簡要分析可得出下列結論。

1. 在黑土的植被之間，有系列植物种趋向一定程度礦化的潛水：波蘭草木樨、苣藍屬的一种、巨野麥、甘草趋向淡水；駱駝刺、絲石竹屬的一种 (ка. им) 趋向鹽水；白蒿、伏地膚、鹽蒿、光礫松、球果鹽地鈍鱗木、塔塔尔濱藜和檉柳趋向鹹水。

2. 系列种好象处于过渡地位，生長在不同礦化程度的潛水地段。这类的典型代表为在淡水和鹽水上均可發現的沙蒿（但不見于鹹水上）。駱駝刺也多少接近于这种类型。

3. 作为水的标志的許多种有深根系并且直接和潛水相联。不过指示潛水化学性标志的系列种。具有不深的根系，不能直接达到潛水。这些种和潛水的联系顯然以下列方式实现的：該种主要發育在一定礦化程度的底土上，影响其中累積的滲透水和凝結水的化学組成。

IV. 为了水文地質目的 組織地植物調查的某些問題

当水文指示地植物調查时，为了得到良好結果，必須使地植

物和水文地質隊取得緊密联系。黑土上的工作是这样組織的，地植物隊比水文地質普查隊以較小比例尺進行測量。

照例，工作是由区域航空觀察开始，由此立刻可以找出淡水主要蓄積处的沙塊分布的地方，并且也可确切指出富有喜湿植被群的地段，它的暗綠色明顯突出在砂的背景上。

下一工作階段是預先調繪和标明路綫網。

調繪是根据地植物和地形特征的綜合体進行的。特別注意精确划出流动砂，風蝕盆地和鮮艷的喜湿植物群的暗色地段的輪廓。

其次，借助通常用的地植物制圖法，編制預先規定好比例尺的圖。路綫集中在作为淡水标志的群落生長地段；沒有这些群落的区域，路綫網可以稀疏。对于最有水的远景的地段，可以編制較大比例尺的水文指示簡圖。

在野外条件下，所有地植物測量全部材料应轉交給水文地質学家。这样，在这一或另一区域鑽探开始前，水文地質学家从地植物学家处獲得这地区指出有淡水地植物标志地段的地植物水文指示圖和詳細指示地段內群落配置的这些地段的水文指示圖解，这些圖实际上就能决定鑽探点。通常在航空照片材料上也可指出鑽探点。

这种工作方法对水文地質調查有一定的好处，并且可以使地植物学家所作的預測得到精确的檢驗。檢驗表明：根据地植材料預測的情况有78%是正确的。总計，地植物学家曾在12,580方公里面積內选出了約120个預計可得到飲水和牲畜飲料的地段。

参 考 文 献

- Ларин И. В., Манохина Л. А., Акимцев З. С. Влияние лиманного орошения на естественную растительность. Сб. «Вопросы улучшения кормовой базы в степной, полупустынной и пустынной зонах СССР», 1954.
- Гурсаев А. Д. Растительность Волго-Ахтубинской поймы и перспективы ее изучения. Сб. «Вопросы улучшения кормовой базы в степной, полупустынной и пустынной зонах СССР», 1954.

根据地植物資料編制底 土鹽漬化圖的方法

維希夫金 (Д. Д. Вышивкин)

1. 編制底土鹽漬化圖的任务和基本方法

在沙漠和半沙漠進行地質、水文地質、地球化学調查时研究成鹽 (гелогенез) 过程, 即研究鹽分迁移和累積相关的过程有很大的理論和实践意义。当研究这些过程时, 往往需要有底土鹽漬化程度的概念, 即部分轉变为土壤、部分为心土的母岩的岩層表層的鹽漬化程度的概念。

鹽漬化变动的問題也是具有很大意义。当設計各种水利和灌溉工程以及开拓沙漠中的灌溉農業时, 这样調查有特殊的重要意义。研究底土鹽漬化可能对查清預測含有石油气的地段也有些帮助, 因为科夫达和斯拉文(1951)等的著作業已确定表層鹽漬化和含石油气的联系。最后, 研究底土鹽漬化可能便于闡明構造 (晋斯一利托夫斯基, 1951), 因为某些構造过程会影响鹽漬化的性質。

如果利用植被的性質作为編制鹽漬化圖的标志, 即采用地植物法, 則能大大便于底土鹽漬化的研究。植被很容易反映出任何甚至不大的鹽分化組成的变化, 并且它是鹽漬化敏銳的标志 (指示植物)。許多作者曾經指出可能利用植被來鑑別鹽漬化。但是, 通常对植被和鹽漬化联系的观察, 或者只具有一般性, 或者只在某些不大地段進行过观察。1951年全苏地質航空托拉斯的斯大林格勒航空地質考察隊的地植物組, 首先利用地植物法研究广大区

域的漬化的性質，从这个时候起，几年來曾經在里海沿岸和烏斯秋尔特工作中应用过这种方法，本文是將这些調查中时，应用的方法加以簡要的概括。

自1951至1954年，作者和全苏地質航空托拉斯其他几位地植物学者（阿法納斯耶娃、彼尔林、涅斯維泰洛娃、日达諾娃、斯塔里科娃、列夫等）曾進行过鹽漬化圖編制的工作，这是航空地質綜合調查的一个組成部分，并且是和水文地質工作緊密联系着進行的。工作的方向是完成一項任务：編制这样一張底土鹽漬化圖，地質学家可以利用它來作为水利建設的地質根据和解决工作地区的地球化学的鑑定和当地的構造問題（特別是鹽丘構造及与鹽丘構造有关的含油程度的問題）。

在我們進行地質制圖的区域内，曾广泛应用了地植物調查和土壤—底土的研究相結合的方法來進行工作。

实际調查表明应用地植物法提高了工作的准确性并且減低了它們的費用。

利用地植物法來編制鹽漬化圖能大大地縮小坑探工作和化学分析的工作量，但並沒有降低圖的准确性，因为布置探坑只是为了确定底土鹽漬化性質和植被之間的联系。例如科学院土壤部門編制比例尺为1:200000的里海沿岸低地圖时，挖掘的探坑比斯大林格勒考察隊地植物組多一倍以上。因为根据地植物資料就可以划出鹽漬化不同性質的底土之間的界綫，这对应用航空方法（如航空观察，航空照片材料）特別重要，因为植被的特征在航空照片上往往表現得很明顯，而在航空照片上却不可能辨別出鹽漬化不同的类型（除开鹽土及鹽份分布在地表的地段以外）。

此外，十分明顯，根据地植物資料，根据划出植被輪廓的性質編制的底土鹽漬化圖甚至比根据很密的探坑網編成的圖还要精确，因为由探坑或探槽采取的样品只能說明該地鹽漬化的条件，而分布在這些調查地点之間的鹽漬化不同类型的界綫經常是有些

任意和主觀的成分。

借助地植物資料再結合有限的分析數字，就可以決定上部地層各層的鹽漬化程度。而以下的地層，在接近地表的各層（3—5米），在一系列場合下，也可以找出這些層次鹽漬化的性質，因為，一方面植物根系可深達2—3米以上（沙雷特，1952；彼特羅夫，1933），另一方面，下層鹽漬化性質能影響到上層。

通常利用地植物標志進行到底土鹽漬土制圖的野外工作由兩部分組成：a, 地植物制圖；б, 確定植物群落和鹽漬化的聯繫。

進行地植物制圖時，將整個區域布置地上和航空路線網。在這些路線觀察的過程中，調繪出地植物的照片略圖，並且編制地植物圖。這裡要特別注意具有雖說不多而能最強烈反映出鹽漬化的植物種的植物群落。因此，在地植物圖上划出的地方能代表。由社會至社會類型的各種不同的植物分類單位如果在相近的植物群落中包括指示鹽漬化不同類型的植物種，那末當繪制這些群落圖時應該利用更小的分類單位（社會），將它們作更詳細的划分，在某些情況下，必須根據同一植物種的形態特征划分出植物群落的變型。例如無葉蠅蓼（*Anabasis aphylla* L.）發育良好的無葉蠅蓼社會變型指示強烈氯化物—硫酸鹽鹽漬化，而受着抑制的無葉蠅蓼的群落却指示強烈硫酸鹽鹽漬化。同時，如果相近的植物群落的差別，只是由於沒有指示作用的植物種或者指示作用相近的植物種的關係，那末繪圖時可利用較大分類單位（社會類型等）。

選定每一植物群落的标准樣地，在這裡，確定底土鹽漬化性質和植被之間的依存關係。樣地的鑑定包括植物群的詳細描述（樣方一般描述、計算絕對多度、測量編制分布圖解時需要的植株間的距離、收割量等）和探坑或鑽孔的描述，一直描述到沒有受成土過程變化的原岩，在許多情況下，還須描述原岩中幾米深的情況。必須從原岩中採取樣品以作水提出液或鹽酸提出液的化

学分析。为了更好地闡明剖面上鹽份的变化，希望也能从上复層位中采取样品加以分析。我們通常由每一个探坑中采取三个样品即由探坑底部、根系主要部分終止的層次和表層中來采取。除探坑外，必須利用地質隊進行的手搖鑽的鑽孔。但是在这种情况下，必須注意地質学家布置的探坑和鑽孔并不是經常位于地植物方面的典型样地之內的。所以，只依賴地質学家的掘進工作是不應該的。而且也應該不要利用很老的探坑和井的露出部分，因为其中鹽份含量受外界环境影响發生強烈变化。

經驗証明，要充分鑑別植被和底土鹽漬化有联系的地植物小区（Выдел），必須在每一小区上，描述二个到五个标准样地。

当确定植被和底土鹽漬化的联系时，也必須注意岩石，因为鹽漬化最強烈地决定于岩層的机械組成，而后者对植被有頗大影响。所以对每一个样地深的探坑鑽孔必須詳尽地加以描述而且須求出主要層次的样品的机械分析的結果。

編制地区圖和描述样地应当同时進行。这样，地植物圖立刻可以反映出研究区域的鹽漬化的性質。

2. 植被分布的某些特征和鹽漬化的联系

当編制底土鹽漬化圖时，要注意到強烈鹽漬化或含对植物有強烈影响的氯化物的底土和鹽漬化較弱的底土或含对植物有害較少的硫酸鹽底土相比較，則它們以植物群較單純为其特征^①。例如在曼格什拉克半島及其相毗鄰的位于沙漠帶的北方类型中的烏斯秋尔特部分，从35个地植物小区中，只有 $\frac{1}{3}$ 的小区 and 鹽漬化的氯化物类型底土有联系，虽說后者占有整个区域一半以上。

当編制里海沿岸东北部鹽漬化圖和建立一个統一的圖例系統

①在調查地区，植被相对植物只有輕微的毒害，是由于这里主要是硫酸鈣，它往往位于某一深度。

时闡明：在較广大区域（由曼格什拉克半島上的舍甫琴科要塞至烏拉爾河上卡尔麥科沃村）內也觀察到植物群落和不同鹽漬化底土的聯系中有这样的对比关系。在弱度鹽漬化的每一个类型当中，平均有3—4个植被單位，而在強烈鹽漬化的每一个类型当中則只有2个（曼格什拉克半島）至3个（在烏拉爾斯克地区的草原）植被單位。当比較种屬名單时，發現在強烈鹽漬化底土上的植被特別單純。例如在曼格什拉克半島上，在強烈和很強烈主要为氯化物鹽漬化的底土上發現29种植物；而在弱度鹽漬化底土上以及在硫酸鹽鹽漬化底土上却發現66种植物。在較北地区（烏拉爾斯克）和較南地区（曼格什拉克）的強烈鹽漬化的底土上均發現很多共同的植物种（占这些底土上發現所有种的25%）。在弱度鹽漬化和沒有鹽漬化底土上，北部和南部地区一样，共同种很少（共同种占12%）。由此可見，顯然，強烈鹽漬化底土的植被十分單純，甚至由沙漠帶过渡至草原帶时可以遇到指示強烈鹽漬化的同一种植物。

在強烈鹽漬化底土上，植被比較單純的原因，可能是鹽漬化是这里植被适应环境的基本因素的緣故。而其他因素（岩層的岩石組成、地形、气候）的影响就弱得多。而在弱度鹽漬化底土上，植被決定于許多生态因素，生态因素引起了植被的多样性。

往往鹽漬化的底土位于某一深度，而上層只含有少量的鹽份。多庫恰耶夫（1827）曾指出鹹海—里海沉積有这种現象。我們在西烏斯秋尔特和秋布卡拉于半島（在曼格什拉克半島西端）曾經發現鹽漬化的土層和未鹽漬化的土層有这样的層位关系，这些地方是由新第三紀的石灰岩所組成，其上复蓋着粘壤—砂壤質殘積土。在这些区域的深0.7—1米的一系列探坑中每100克岩石含鹽量不超过0.2克，而只有較深的鹽漬化土層中，增加到1—2克。石灰岩本身每100克岩石的含鹽量在1克以上。鹽份中以

硫酸鈣為主^①。

鹽份的这种分布性質反映在植被上。这里的植被是灰蒿和灰蒿—禾本科群落。灰蒿 (*Artemisia tarrae-albae* H. Krasch) 構成基本背景。在禾本科当中發現有針茅 (*Stipa capillata* L.) 和西伯利亞冰草 [*Agropyrum sibiricum* (Wild) P. B.]。

这几种植物的發育和弱度鹽漬化層次有联系。同时，在植被中發現一系列指示強烈鹽漬化的种，其中許多有深根。这里最常見的有无叶蜆葵、伏地膚 [*Kochia prostrata* (L.) Schrad.] 和猪毛菜屬，其中塔馬里斯科維德納雅猪毛菜 (*Salsola tamariscina* Pall) 分布特別广泛。

在布查什半島 (伊吉茲拉克、日林什克) 的含水溶性鹽的某些砂塊上，在1—1.5米深度，每100克土層中含鹽0.7—1克，在表層每100克土層含鹽少于0.5克，这里也見到，在有砂生植物的灰蒿—禾本科群落的背景中，包含有耐鹽植物种，如伏地膚、硬猪毛菜 (*Salsola rigida* Pall) 义明蜆葵 (*Anabasis salsa* C.A. Mey Benth)，而这种群落的發展是和鹽漬化較少的底土相联系的。由此可見，在格里克植物 (ГЛИКОФИТ) (耐鹽漬性較差) 組成的植物群落之中，發現有个別耐鹽植物，則依据这种情况，可以找出位于某一深度的鹽漬化的土層。費多罗夫 (1930) 指出根据植被可能分別評定不同層次的鹽漬化程度。

由上述例子，在方法上可以得出重要的結論，当描述植被时，特別是編制种屬一覽表时，甚至稀有的和少數的植物种也應該很精密地列出，因为这样可以保証鹽漬化預測有充分价值。

当較強度鹽漬化的土層掩蓋着弱度鹽漬化的土層时，要闡明这种情况是相当复雜的，当鹽份強烈上升时和当鹽份自上部鹽漬化的土層的地段搬运到鹽漬化較輕的底土之上时可能發生这种現

① 石灰岩主要部分是碳酸鹽，但当分析水提取时，由于它在水中溶解度小，沒有發現。

象。我們曾在曼格什拉克半島的薩雷塔什埠之西見到這種情況，那里自阿克套山搬運來的強烈鹽漬化的白堊岩層的坡積層位于赫瓦倫沉積之上。科夫達（1937）曾指出開達克勾兒湖區的烏斯秋爾特斜坡同樣有這種現象。在這樣情況下，上層鹽漬化對植物群性質有很強烈的影響；它主要是耐鹽植物種。例如，在上述地段生長着白濱藜（*Atriplex cana* C. A. Mey）、球果鹽地鈍鱗木〔*Halocnemum strobilaceum* (Pall) M. B.〕、半灌木磯松（*Statice suffruticosa*）疏穗獐毛（*Aeluropus littoralis*）。下層弱度鹽漬化對植被的影響表現在喜鹽植物群落之間出現耐鹽性很差的植物的個別稀疏斑點。

在柏依選曼（1953）的著作中曾提出在南高加索東部低地，在植被上反映出不同鹽漬化的土層，這本著作曾指出在表層鹽漬化，而深處土壤溶液却弱度鹽漬化的情況下，植被組成中包含有利用深處溶液的駱駝刺（*Alhagi pseudalhagi*）或 *Lagonychium farringtonii* 和吸收表層礦化的土壤溶液的叉毛蓬（*Petrosimonia brachiata*）和多年生禾本科的伏枝獐毛（*Aeluropus repens*）。

從這個問題簡要分析的總結中，必須指出只有詳盡分析組成植被的種的生態時才有可能發現鹽漬化隨深度而發生的變化，因而要求植被的描述詳細而精密和種屬表完全。

3. 在綜合植被的條件下對鹽漬化的估計

當植被具有綜合性質的情況下，測定底土的鹽漬化是一項困難的任務。在綜合體中，植被是由不同的植物社會片段所組成，它們占有不大面積，形成個別斑點。通常，這些植物片段按照生態、即按照植物種和環境條件的關係是相互顯著不同的植物種。植物綜合體在半沙漠帶中分布最廣，那里，包含有生在淺盆地的草原植物群的成分（禾本科和蒿屬—禾本科社會）和占有較平坦

高地或微高地的沙漠植物群的成分（黑蒿和假木賊群落）。

綜合体有兩個植物种綜合体、三个植物种綜合体和多个植物种綜合体三种。它們的形成可能各不相同，但是最通常的情况是和小地形有关。在某些情況下，綜合体也可以反映出当地的地質構造。例如在曼格什拉克半島的阿尔布时期的砂和暗色含石膏粘土的交錯層分布的地段，可見到特有的綜合体。在沙脊上出現优若一禾本科群落組成基本背景。而沿着砂脊間的低地內出現和粘土露头有关的一条条窄狹的断續的假木賊和小蓬屬一种（*Nanophyton erinaceum*）的植物帶。这种地段在航空照片上表現得很明顯。优若一禾本科群落在航空照片上構成灰色的背景，而假木賊較暗。所以在航空照片上它明顯地表現成帶。帶依着一个方向：自西北西至东南东而分布。

当确定其植被具有綜合性的地段的鹽漬化时，必須应用綜合体的各个成分占有的面積的大小作为基本标志。如果一种成分分布面積大，而它的另一种成分只構成不大的斑点，嵌鑲在基本的背景之中，那末鑑定整个地段鹽漬化时，應該从基本植物成分之下的土壤鹽漬化性質出發。在同样情況下，当二种或几种成分在对比关系上發現接近时，那應該說鹽漬化的底土有混雜的性質，并要指出植被和鹽漬化的个别类型，和微地形与中地形部位以及和岩石均有联系。如果植被綜合性是由于地質構造的不同所引起（如在曼格什拉克半島断裂的情況下），那必須考慮有混雜不同鹽漬化底土的可能性。

4. 作为鹽漬化動態的标志的植物群

按照植被性質可能闡明鹽漬化的动态，当進行灌溉土壤改良时，以此來闡明有次生鹽漬化危險的地段，是特別重要的。

在格里克植物群落之間即使出現少数耐鹽植物种，也是指

示該地段鹽份上升的标志。肉質猪毛菜，复叶猪毛菜（*Salsola crassa*, *S. foliosa*）、球果鹽地鈍鱗木和拳狀鄂畢濱藜（*Obione verrucifera*）的出現是这方面的特別标志。这样的地段往往出現在溺谷和氾濫地的外緣。

根据植被的变化，可以良好地找出鹽份（特別是易溶性鹽份）由分水嶺頂部向山麓的移动。我們來研究一下秋布卡拉干半島植被的性質作为例子。在高原的表面上發育着和碳酸鹽、硫酸鹽鹽漬化相联系的灰蒿和針茅—灰蒿群落。在斜坡附近，植被中出現假木賊和小蓬，这是由于这里氯化物有所增加的緣故。最后，在許多拗溝和河谷底部發育着假木賊叢和球果鹽地鈍鱗木叢，这是指示強烈和很強烈硫酸鹽—氯化物鹽漬化的植物群落。同时在河谷中央經過一些不大的冲溝，沿着这些冲溝生長禾本科和蒿屬，可見鹽份是逐漸由河谷搬走的。

在文献中發現这样的指示：在沙漠和半沙漠帶的封閉窪地中，鹽漬化类型作同心圓分布，而且氯化物主要聚集在窪地的中央，沿着外緣則以硫酸鹽为主。这也反映在植被上，在封閉的窪地中，發生同心帶狀的植物綜合体，窪地中不同鹽漬化类型就是它產生原因之一。这种綜合体在許多地植物著作中均有描述。作者在瓦拉天然界綫以北的烏斯秋尔特高原中，見到过这种綜合体，在那里窪地中發育着球果鹽地鈍鱗木，可以肯定这是氯化物累積帶，而无叶蠟藜—灰蒿群落則标志着碳酸鹽—硫酸鹽的鹽漬化帶。

5. 地質調查时鹽漬化圖的說明

研究底土鹽漬化可以帮助解决地質調查、特別構造和普查有用礦物的某些問題。

在里海沿海鹽丘構造分布的地区，按照一般性質，应当以淋濾作用为主，而在这种情况下，却仍見到鹽漬化大大加強。位于

小烏晉河地区的一个鹽丘可以作为这样地段的例子。这里，在小烏晉河的岸沿，有一系列拗溝和冲溝可以排水，可預防鹽的聚積。虽則如此，在这里，仍然發現有長着球果鹽地鈍鱗木、海蓬子（*Salicornia herbacea* L.）以及其他猪毛菜的鹽土。鹽土四周長着白濱藜叢（*Atriplex cana*），这是強烈硫酸鹽氯化物鹽漬化的指示植物。这样反常的鹽渍化是由于有鹽丘的存在，在鹽丘的表面上有強烈鹽渍化的岩層的緣故。

位于这区域內的另一鹽丘，为氾濫的冲積層所掩蓋，其上長着一大片的白濱藜（*Atriplex cana*）群落，它和周圍的密叢的冰草的氾濫草地形成顯著的对照。

因此，我們明顯地看到，在某些鹽丘的周圍有頗大面積的鹽渍程度提高的地段形成。晋斯-科托夫斯基（1951）曾經指出，由于鹽丘而引起鹽渍化的提高，可能在几公里的距离內發現。特別在它們分布反常的情況下，研究鹽渍化提高帶可以作为鹽丘位置有价值的指示。

当構造变动形成裂縫的情況下，深处高度礦化的水沿着裂縫上升到表面，这也使这一或另一地段發生鹽渍化的反常，它对植被有強烈的影响。

在曼格什拉克半島有一条河谷沿着这条河谷，有一巨大断層系統，我們根据植被，曾經确定了这里的構造变动。沿着河谷底部延伸着一条小丘-丘卡拉克（Бугор-Чукалак）的鏈条，小丘-丘卡拉克在照片上良好地表現为一个一个小圓圈。丘卡拉克好像是鮮艷的花壇；它們中央部分为鮮綠的蘆葦（*Phragmites communis* L.），而沿着邊緣分布着海蓬子帶。这条丘卡拉克鏈条和沿着这地段伸延的一条断層綫正相符合。

最后，研究鹽渍化可能有助于闡明某些地質構造。当該結構露出地表的岩層的鹽渍化和構造周圍的岩層的鹽渍化不同时，就可以看出这种情况。我們在阿克套山脉（曼格什拉克半島）的北

坡曾見到这样現象，那里，在構造中有硫酸鹽鹽漬化的白堊紀石灰岩露出表面，而它的周圍是硫酸鹽—氯化物类型的鹽漬化的古第三紀的泥灰岩。維克托羅夫和沃朗科娃（口头報導）在南烏斯秋爾特也曾見到地區的構造反映在底土的鹽漬化上，但是，这里鹽漬化較強的背斜區域好象是相当微弱鹽漬化的高原的平坦表面之間的鹽漬化的源地。

从上述材料的分析，使我們得出下列簡要的結論。研究底土的鹽漬化有助于解决表層的地球化学的問題，便于認識地區的地質構造，有助于闡明隱蔽構造和構造变动，并且特別对設計各种水利工程以及闡明有石油和天然气远景的地段有很大实用意义。

根据植被可以決定底土的鹽漬化，因为植被能強烈反映出鹽漬化的变化。研究鹽漬化时利用植被使我們可以应用航空方法：如航空觀察和航空照片材料。此外，利用植被可大大縮減坑探和化学分析的工作，可大大節省調查工作的經費。

参 考 文 献

Бейдеман И. Н. Эколого-биологические основы смен растительного покрова (на примере низменности Восточного Закавказья). Бот. журн. № 4, 1953.

Дзенс-Литовский А. М. Реки и соляные купола. Изв. Всесоюз. геогр. общ. АН СССР, № 4, 1951.

Докучаев В. В. К вопросу о соотношении между возрастом и высотой местности, с одной стороны, характером распределения черноземов, лесных земель и солонцев, с другой (1891 г.). Избранные сочинения, т. III. Сельхозгиз, 1949.

Ковда В. А. Солончаки и солонцы. АН СССР, 1937

Ковда В. А. и Славин П. С. Почвенно-геохимические показатели нефтеносности недр. АН СССР, 1951.

Ларин И. В. Опыт определения по растительному покрову почв, материнских пород, рельефа, сельскохозяйственных угодий и других элементов ландшафта средней части Уральской губернии. Изд. Казнаркомзема и о-ва изуч. Казахстана, 1926.

Петров М. В. Корневые системы растений песчаной пустыни Кара-Кум. Тр. по прикл. ботанике, генетике и селекции, сер. 1, № 1, 1933.

Федоров Б. Б. Определение степени осолонения почв по растительному покрову. Голодностепная опытная станция, отдел солончаков, вып. 10, 1930.

Шалыт М. С. Подземные части некоторых луговых, степных и пустынных растений и фитоценозов. Ч. П. «Геоботаника», вып. 8, АН СССР, 1952.

利用地植物标志發現鹽丘構造的展望

什維里亞耶娃 (А. М. Швырева) 和

斯塔里科娃 (Л. М. Старикова)

根据应用土壤—地球化学的調查方法得到的資料 (科夫达和斯拉文, 1951), 在干燥而炎热的气候条件下, 位于含油構造上的土壤—底土由于蓄積于深处的石油水的上升水流進入表層, 使它富有易溶性的鹽份而具有顯著的鹽漬化的表現。作者曾指出, 在沙漠的条件下, 土壤—底土中的鹽份的特征是含油的隱蔽構造的一个可靠的輔助的普查标志。根据科夫达的意見, 現代鹽漬土在很大程度上是由于从深处含鹽沉積岩的鹽礦和温泉中帶來鹽份而形成 (科夫达, 1937)。

稍后, 索科洛夫斯基 (А. Н. Соколовский) 也曾得出这样的結論: 埋藏在某种深度的鹽丘和鹹水是地壳的表層鹽漬化的一个主要來源 (索科洛夫斯基 1941)。而且作者曾經指出, 鹽土、鹼土和脫鹼土可以利用來作为勘測鹽丘構造及其相联系的油層的普查标志。

在干燥而炎热的气候条件下, 当潛水水位不深时, 从深处自流的石油水帶來的易溶性的鹽份, 随着上升水流上升到土壤表層。而位于富有易溶性鹽份的潛水之上的土壤表層, 由于強烈蒸發, 結果, 在含油構造之上的土壤—底土具有顯著的鹽漬化的表現。而且底土鹽漬化的性質和程度在一定程度上反映出潛水鹽漬化的特征, 而潛水又是由于深处石油水的進入才富有易溶性的鹽份, 因而它的化学性和油礦中水的化学性相近。这样, 由油礦水至地表的鹽土可以确定出各環節的一个統一鏈条。

空气干燥和地区排水不良不只是促使鹽份得以保存，而且促使鹽份逐漸累積，其結果，在鹽丘之上的区域和周圍的背景迥然不同，而它的土壤—底土高度鹽漬化。

植被和生長地的条件的联系、在干燥地带植被首先和底土鹽漬化的条件的緊密联系，提供了根据地植物标志可能闡明鹽丘構造的問題的根据。

全苏航空地質托拉斯考察隊的地植物学家的集体工作闡明：在干燥而炎热的气候条件下，植被是土壤—底土鹽漬化程度最簡單而易掌握的标志，并且可能有成效地应用它來編制鹽漬化圖。

作者寫本文的企圖在于确定植物和鹽丘構造的联系，从而作为利用鹽漬化圖的根据。

調查工作曾在里海沿岸一个地区的鹽丘最發達的区域中進行过。在調查的第一階段，合理地闡明了在区域的不同程度鹽漬化的分布和鹽丘構造位置之間是否相符合。因此，曾將鹽漬化圖和地質構造示意圖加以对比。当比較反映鹽丘構造分布的構造示意圖和根据地植物資料編成的底土鹽漬化圖时，發現鹽丘構造發育的地区正相当于最大鹽漬化的地段（見圖 1）。此外，富有肥大的反常的类型的植被地段也存在鹽丘上，这种类型的存在和油礦的瀝青迁移有关（布雅洛夫，1953）。在圖 1 上是上述对比的結果。

可惜，我們沒有進行專門的地球化学的調查，不过，曾由我們領導，从位于鹽丘構造上和它范围之外的鑽孔中汲出潛水作过化学分析，这得以闡明代表位于含油構造上潛水的某些土壤—地球化学的特征。按照科夫达和斯拉文的研究，隱蔽含油構造的特征是：潛水的礦化程度很高，超过周圍区域潛水礦化程度的 0.5—2 倍，氯化物的含量程度非常高，并且水的化学类型和存在油層中的深处水的化学性相近。

化学分析証明，在鹽丘構造上土壤—底土水的礦化程度、氯

化物的含量及其氯化鈣的含量大大高于一般鹽漬化的地区。

由表 1 中列举的12个化学分析的材料当中，应当看出在鹽丘構造隆起之外，土壤—底土水的礦化程度在70—110克/立升範圍



圖 1. 最大鹽漬化的地段和鹽丘構造發達的区域相联系的示意圖

1—勾兒湖，在它的外緣的非常強烈氯化物鹽漬化(>5%)底土上的有球勾鹽地鈍鱗木；2—很強烈硫酸鹽氯化物鹽漬化(2—5%)的底土上的往往在叉明燭藁和球果鹽地鈍鱗木的綜合體中的一年生豬毛菜群落；3—勾兒湖和勾兒湖間的高地上的叉明燭藁群落；勾兒湖有非常強烈的氯化物鹽漬化，勾兒湖間的高地的底土有強烈硫酸鹽—氯化物鹽漬化(1—2%)；4—在砂壤質丘陵上的优若—西伯利亞冰草—蒿屬群落和低地(汜濫地)中的一年生豬毛菜群落的綜合體；丘陵表面的底土(0—2米)實際上沒有鹽漬化(<0.25%)，在低地中的底土有強烈硫酸鹽—氯化物的鹽漬化(2—5%)；5—砂質丘陵上的蒿屬—西伯利亞冰草綜合體中的鹽漬化草地；高地底土沒有鹽漬化(<0.25%)，低地底土強烈硫酸鹽—氯化物鹽漬化(1—2%)；6—實際上沒有鹽漬化底土上的优若—西伯利亞冰草—蒿屬群落；7—鹽丘構造界綫；8—斷裂綫；9—肥大植被地段

內变化，但是在鹽丘構造上，潛水礦化程度的變幅在120至260克/立升。

鹽丘構造上及其範圍之外的土壤底土水的鹽分标志

表 1

鹽份标志	在 鹽 丘 構 造 上							在 鹽 丘 構 造 之 外					
鹽份总量 (克/立升)	206.7	121.9	211.6	260.4	160.5	183.8	92.6	102.3	96.6	85.1	72.6	109.6	
$\text{Cl}' : \text{SO}_4''$	12.5	12.2	44.1	20	15	9.7	4.5	5.3	6	5	4.7	7	
$\frac{\text{Cl}' - \text{Na}}{\text{Mg}^{++}}$	0.7	0.7	1.1	0.7	1.0	0.7	0.2	0.5	0.5	0.3	0.4	0.5	

此外，對現有的材料進行分析，發現鹽丘構造上氯化物含量 ($\text{Cl}' : \text{SO}_4''$) 的标志也增大。

在構造以外的區域，潛水的氯化物含量标志為 4 到 7。而在鹽丘構造上，則同一标志在 10 至 44 範圍內变化。

代表土壤-底土水的氯化鈣含量的标志 $\left(\frac{\text{Cl}' - \text{Na}}{\text{Mg}^{++}} \right)$ ，在鹽構造隆起的範圍之外，其值為 0.2 至 0.5。在鹽份構造上，这种标志在 0.7 至 1.1 之間变化。

由上述的情况，可見位于鹽丘構造上的土壤-底土水有代表含油構造的土壤-底土水的地球化学的标志。

在这区域調查的地段，由于受到恩巴河及其許多支流排水的影响，所以在上述某些鹽丘構造不平的地形条件下，可以見到鹽份含量下降的标志。如在鹽丘断裂綫上的砂塊，它高出附近地

区 1 米和 1 米以上（見圖的中央部分），沿着断裂变动綫進入的深处水流，自由地流出到構造的外緣并儲積在砂塊環繞的半環狀低地中。所以位于断裂綫上的底土和表土实际上沒有鹽漬化。在低地中却發現底土有明顯的硫酸鹽-氯化物鹽漬化的表現。此外，在中央鹽丘的南部，由于恩巴河春水經常由底土搬运出易溶性的鹽份，因而在巴恩河沿岸的底土的鹽份比位于鹽丘構造其他部分的底土的鹽份為少。

在其他的鹽丘隆起上，局部也有這樣的現象。不过，由附圖（見圖 1）中应当看出這種基本情況，鹽丘發育的地區和最大鹽漬化地段十分符合。

最大鹽漬化地段的指示植物是各種豬毛菜群聚組成的植被：肉質豬毛菜（*Salsola srasa*）、多毛豬毛菜（*S. lanata*）、對葉豬毛菜（*S. brachiata*）、叉毛蓬屬（*Petrosimonia glaucescens* p. *oppositifolia*）、哈里莫斯涅米斯屬（*Halimocnemis karelinii* s. *sclerosperma*）等。豬毛菜占有廣大鹽漬化低地，它們的表面或者為疏松有裂縫的松陷鹽土，或者是硬而光滑的龜裂鹽土。豬毛菜屬的個別種構成不大的灌木叢，它們相互不同的配合，形成五花八門的植被。在植被的結構中，有大量球果鹽地鈍鱗木（*Halocnemum strobilaceum*）和假木賊（*Anabasis salsa*, *A. depressa*）群落的參與。有時上述的群落占優勢。土壤表面有大量裸露的斑點也是鹽漬化低地的代表的特征，在裸露的土壤上完全沒有植物或者具有很稀疏的一年生豬毛菜。這裡發育着很強烈的硫酸鹽-氯化物的鹽漬化。

位于調查區域的西北部的最大鹽漬化的地段是約占整個面積 50% 的勺兒湖和勺兒湖高地的矮小假木賊（*Anabasis depressa*）群落的綜合體。在勺兒湖的外緣球果鹽地鈍鱗木成環狀圍繞勺兒湖呈延伸的形狀并且自西向東成為相互距離 100—500 米的窄狹不斷的鏈條。矮小假木賊復蓋着勺兒湖之間的區域，它高起勺兒湖

上2—5米，并且有的地方，有平坦微波狀的性質。在地形較高的部位，植被結構中的少數地段生長着灰蒿群落。勺兒湖类型的特征是有非常強烈的氯化物鹽漬化，而在勺兒湖之間的区域的底土則为強烈硫酸鹽-氯化物的鹽漬化。

調查区域的其他部分或者是实际上沒有鹽漬化的底土或者是沒有鹽漬化的底土和強烈硫酸鹽-氯化物鹽漬化底土的綜合体。

实际上沒有鹽漬化的底土，它的易溶性的鹽份已經迁移到2米至2米以上的深处，它标志着优若-西伯利亞冰草-蒿屬群落。上述群落的基本成分为优若 (*Eurotia ceratoides*)、西伯利亞冰草 (*Agropyrum sibiricum*) 和蒿屬 (*Artemisia incana*, *A. terrae-albae*)。在少数地段的植被結構中有伏地膚 (*Kochia prostrata*)。

有的地方見到流动砂，它的植被是由砂生植物所組成：*Eremosparton aphyllum*、巨野麥 (*Elymus giganteus*) 沙蒿 (*Artemisia arenaria*)、沙拐棗屬一种 (*Calligonum aphyllum*)。

在調查区域的西南地段，是丘陵上的优若-西伯利亞冰草-蒿屬群落和低地中的猪毛菜群落的特殊的綜合体。在丘陵上的底土实际上也沒有鹽漬化，而低地中的底土却具有很強烈的硫酸鹽氯化物的鹽漬化。

最后，鹽漬化草地和蒿屬-西伯利亞冰草群落的綜合体表征着砂質丘陵上的底土实际沒有鹽漬化，而低地中的底土却強烈硫酸鹽-氯化物鹽漬化。

由此可見，根据地植物标志編成的鹽漬化圖，表明植被是底土鹽漬化程度的良好指示計，并且标志最大鹽漬化底土的猪毛菜群落的广大地段和鹽丘構造發育的地区十分相符合。可見，好象已經找出了植被和埋藏的鹽丘構造之間的間接联系。

深处石油水的特殊化学性决定了鹽丘上鹽漬化的土壤-底土的化学性。在鹽丘之上的区域的土壤环境的特征制約着生長其上而在非常鹽漬化条件下有生存能力的植物的生态类型。

这样，影响土壤-底土鹽漬化的性質和程度的深处石油水，在一定程度上制約着含油構造上植被的性質。因而，植被和鹽丘構造虽沒有直接联系，却反映出隱藏鹽丘構造內部或伴随油層的深处水引起的土壤-底土的高度鹽漬化。

这是提出利用植被作为在地壳內部有埋藏鹽丘構造的間接标志的問題的根据。

从这个观点出發，根据地植物标志編成的底土鹽漬化圖具有很重要意义，它可作为指示鹽丘發育地区的補助的間接資料。此外，在鹽丘構造分布的范围之內，有植物肥大和畸形类型的地段，可利用它來証明瀝青含量提高的補助标志，即証明上述構造和油層相联系的補助标志。

不过，深处石油水对上層沉積和土壤-底土水的鹽漬化的影响，随着地質条件、潛水水位的深度和化学性、以及潛水迁移表層的条件、和决定土壤形成过程性質的一般自然地理条件而表現不同。

应当指出在鹽礦層位比較不深的条件下（大約深度为 500 至 800 米），我們曾發現广大地段的猪毛菜群落和鹽丘構造地区有联系。

为了根据地植物标志來闡明鹽丘構造而進行調查时，必須考慮在調查地区决定出現石油的性質的所有因素。此外，不应当对待这样問題过于簡單化，并且須承認鹽生植物群落是埋藏鹽丘構造出現的标志。必須重視指示瀝青含量提高的群落种的組成和类型。

在每一具体情況下，應該精密分析該地段鹽漬化的原因和估計自然地理的水文地質的和系列其他的条件。結論应当經過地球化学标志的証实，之后才可以向地質学家推荐从它和埋藏的鹽丘構造的可能联系的观点出發注意这个地段。而且应当特別注意地方排水程度，因为在沙漠条件下，在排水不良的地方，猪毛菜

标志的最大鹽漬化地段將會符合于鹽丘構造的鞍部，並且在因素特別有利的結合下，可能清楚地划出它的界綫。

在地区排水良好的条件下，猪毛菜群落將呈环狀分布在鹽丘隆起的脚下，这反映鹽份反常。

因此，地植物調查是最簡單而最易掌握同时不需要大量資金的方法，当勘测工作时应当注意以地植物法說明含油層内部的土壤-地球化学标志并應該加以推荐。

参 考 文 献

- Буялов Н. И. Структурная и полевая геология. Гостехиздат, 1953.
 Ковда В. А. Солончаки и солонцы. АН СССР, 1937.
 Ковда В. А. и Славин П. С. Почвенно-геохимические показатели нефтеносности недр. АН СССР, 1951.
 Соколовский А. Н. Засоление почвы, как одно из солепроявлений на земной поверхности. Почвоведение, № 7—8, 1941.

利用地植物标志闡明構造变动

維克托罗夫 (С. В. Викторov)

沃斯托科娃 (Е. А. Востокова)

沃朗科娃 (Л. Ф. Воронкова)

發生構造变动的过程能引起最深刻的地球化学的变化，能長期改造着該区域整个的自然环境，其中也包括植被。

由于構造过程的影响，当地發生土壤-植被的变化，可能是由于地区水文地質情况的变化，由于沒有經過土壤形成过程的基岩噴出到地表，由于各种溶液，气体沿着裂縫侵入到地表以及由于直接在变动帶中的岩層的韌度和机械屬性的变化。在本文中我們不准备分析这些影响的所有方面，并且只注意利用植物群变化作为辨别構造变动綫一种标志的可能性。

構造过程引起植被的变化研究得很少。至今为止，只有索恰娃 (1950) 的著作中对這個問題分析得最詳尽。不过索恰娃將她的注意力主要集中在描述擴及到广大区域的，很大規模的構造过程及其同时發生的自然地理条件的一般变化对植被的影响。而个别構造变动綫对植被有較局部的影响的問題，以及可能利用地植物标志研究某地区的構造和应用航空方法等問題，在索恰娃的著作中却没有提到。

在文献中可以找到構造变动对植被有一定影响的某些指示。例如，列別捷夫 (1949) 描述在所謂“鹽土小盆地-小丘綜合体” (Шорово-Бугристый комплекс) 範圍中的植被和土壤的結合〔即球果鹽地鈍鱗木 (*Halocnemum strobilaceum*) 灌木叢、檉柳屬各种以及其他喜鹽植物的鹽土丘〕时，曾經指出“鹽土小盆地-鹽

“土丘的綜合体的分布区和出現現代構造活动的地区相符合”（1949、238 頁）。

在凱列尔（Cuyler, 1931）著作中可以發現下列的指示，在德克薩斯的白堊沉積層的構造变动綫上存在以喜湿植物种 *Douglasia longifolia* 占优势的植物群落，它只發育在該种条件下，并且标志着变动綫；而且可以明顯指示出这生長地条件的特殊性。

維克托罗夫（1949）曾描述，在东費尔干納（奇利-烏斯通和奇利-馬依蘭山），喜湿植物群聚，沿着古生代岩層的巨大裂断变动伸展，成为一条植物帶。这条亮綠色的植被帶在东費尔干納低山的沙漠的單調的背景中顯得非常突出，并且这使可能在地上和航空照片上容易找出变动的方向。

在列茲沃依（1949）的著作中，曾分析过应用地植物标志判讀地区構造的有趣的例子。列茲沃依当研究南費尔干納的航空照片資料时，注意到表現良好的陰暗地段，它穿过某些干河谷較淡的背景中，構成好象“桥”的形象。这些“桥”是生長在河床地段的喜湿植物叢，那里由于隱藏在河床下岩層中強烈褶皺的影响，構成潛水的迴水。这样現象庫尔裘科夫（К. В. Курдюков, 1951）也曾描述过。

可惜，所有这些情况，一直沒有許多事实足以判断：和調繪航空照片資料和航空观察有緊密联系的植被观察可以給地質学家辨別構造的一系列有利的輔助标志。

全苏航空地質托拉斯地植物学家全体人員屢次深信这样判断可能是正确的。由于該問題很少研究，所以最好較詳尽地分析一下我們調查所确定的某些事实。

在1946年，維克托罗夫曾提出在花拉子模綠洲的南緣，距阿姆河谷不远有一个苏尔坦-桑札尔湖盆。苏尔坦-桑札尔盆地是观察構造变动对植被影响的很方便的对象，因为組成盆地的沉積曾

受断裂变动整个系统的破坏，同时这里的断裂变动已经为地质学家所肯定。

在出发到野外之前，预先判读过程中研究航空材料时，容易看出在航空照片上有相当明显的直线，它是断裂变动的映象。这些线在航空照片上之所以看到很明显，是由于沿着它们分布着一些明显阴暗的斑点花纹，它是由相当大的斑点（1—2毫米直径）组成，它的形象好象一串珍珠。

在当地研究产生上述特殊形象的原因发现沿着变动线分布着檉柳（*Tamarix hispida*）及其同属某些其他种以及系列喜湿植物的大灌木链条。以下我们将描述关于表现在图1中的航空照片上的这样一个变动线。

上述断层线直接沿着湖的东岸伸展。在地形上它表现为一条、很矮的（不超过1米）由细粒疏松物质和盐粒组成的平坦长垣，那里聚集的植物丛，沿着这地带延伸，成为一个链条。带的宽度约100米，檉柳（*Tamarix hispida*）为其优势种。檉柳灌木丛沿着长垣中轴生长。在它附近形成堆积的小丘——丘卡拉克。这些檉柳灌木丛在航空照片上也明显表现为大的斑点。沿着长垣状高地的顶部和斜坡在檉柳灌木丛之间发育着盐土禾本科——疏穗犍毛（*Aeluropus littoralis*）的稠密“地氈”；在它的最下部沿着两面斜坡对称地分布着多年生的盐土大灌木——球果盐地钝鳞木（*Halocnemum strobilaceum*）。

当研究航空照片时，明显看出，沿着断层线伸展的植被带正位于很大的阴暗地段内，它的外形近似一个等边三角形，顶端朝向变动线。这样地段在照片南部看得特别清楚，那里环绕阴暗三角形底部发展为特殊的“纺锤”，这是由窪地以及沿着它分布的植被的形象所构成。在带的北部，有两个这样地段，不过看起来稍不明显。

这些地段是特有的猪毛菜—蘆葦沼澤。大部沼澤复盖着下列

組成的蘆葦叢：

蘆葦——很丰盛 (cop³) ——相互接近 (soc)

蘆艸屬一種 (Scirpus Tabernaemontani) ——很丰盛叢生 (cop³ gr.) Atropis sp. ——分散叢生 (sp. gr.)。

沼澤的外緣及其鄰近最小河流的泛濫區域復蓋着各種喜鹽植物叢：海蓬子 (*Salicornia herbacea*) 和鹼蓬屬 (*Suaeda*) 各種。

有的地方，在斷裂帶上分布着高 1—1.5 米的平展的圓形小丘，在小丘的頂部為蘆葦叢，而且在蘆葦杆叢之間，水由組成小丘的濕潤砂子中滲出；小丘的斜坡密密地復蓋着疏穗樟毛 (*Aeluropus littoralis*)，而沿着它們基部經常分布着窄狹的球果鹽地鈍鱗木的灌木鏈條。這些小丘在航空照片上表現得很明顯。在圖 1 上表現的上述斷層綫的中部有兩個最明顯的小丘，就是屬於這種情況。

由此可見，當地的構造變動綫标志着喜濕植物群落的整個綜合體。這些群聚和周圍平原的植被形成顯著的對照，平原上的植被是由黑瑣瑣 (*Haloxylon aphyllum*)、硬豬毛菜 (*Salsola rigida*)、蒿屬某些種以及其他較耐旱植物所組成。正是這種對照使我們才有可能在航空照片上清楚地找出變動綫。

在上述航空照片 (圖 1) 也看到和上述相似的植物群落标志的其他變動綫。大的小丘—丘卡拉克鏈看來特別明顯，它沿着斷裂變動綫分布在航空照片的最東北部。丘卡拉克大部是由檉柳 (*Tamarix hispida*) 但部分是由鹽土灌木 *Lycium turcomanicum* 所構成。小丘的表面完全被灌木嫩枝蓋着，使小丘更加明顯。在小丘之間分布着疏穗樟毛和球果鹽地鈍鱗木占優勢的群落。

在上述情況中，标志蘇爾坦-桑札爾盆地中的斷裂變動綫的植被可能是由特殊水文地質條件所引起。十分明顯，沿着變動綫的潛水接近地表。直接觀察就指出了這點；例如我們上述的沼澤

有的地方就是不大泉水的出口，泉水是經過复盖着沼澤表面的粘結的黑色淤泥而滲出的，并且沿着无数的小窪地在流动。潛水接近地面也可以引起喜湿植物群的生長。

研究構造变动对植被的影响的另一个地段是土庫曼西南部的某些幼年構造。这些構造在当地表現为由断裂变动的复雜網分割的高地。航空照片將这里变动系統表現出一种非常明顯的概念（圖2）。

当研究这些高地的植被时，受着非常抑制的植被和各种、特别是多年生植物的死亡植株复盖着的大面積可以作为趋向断裂变动綫的植物帶的最明顯的特征。紅蝨（*Hololachne Songorica*）捷提尔（тепыр—*Salsola gemmascens*）灌木猪毛菜（*Salsola arhuscula*）、木义明棵（*Salsola Richteri*）、黑琐琐（*Haloxylon aphyllum*）和其他乔木、灌木与半灌木的死亡植株在这里掩盖着巨大面積，構成某种巨大植物園的非常慘淡的景象。

从研究植物的死亡植株的分布中，得以發現，植株死亡的現象沿着断裂变动綫，表現得最強烈。由变动綫上和距变动綫某些距离的地方，計算出它們單位面積上活的和死的植株，則这种情况会看得最清楚。因此，我們直接沿着構造变动綫作过一系列的試驗样方（面積1或4方米），在样方中按照在这里生長的每一种分別計算出活的和死的植株。样方总数通常不少于25个，但在某些情况下，可达200个（如在航空照片2上，沿着大断層進行研究时）。再在距变动綫不同距离的地方（25，50，100米和以上）同时同样作一系列样方，算出成活率的百分比，既計算出在該一系列样方中該种活的植株占总植株的百分比。根据总計算的結果，可求出直接在变动綫和离变动綫不同距离的地方的成活率的百分比。比較这些数值，發現在变动綫上，成活率的百分比等于零。随着距变动綫愈远，則活的植物数量逐漸增多。这种規律以圖解（圖3）可以良好地表現出來；当構制圖解时，橫軸表示該



圖 1. 小丘——丘卡拉克鏈系所標誌的斷層綫



圖 2. 引起植物群大量死亡的巨大断裂变动

一系列的試驗样方距構造变动綫的距离，縱軸表示成活率的百分比。

由上面的觀察，表明在上述構造上植被大量死亡的原因是構造变动綫对植被的特殊影响。当闡明这种現象的原因时，最正确的是注意地球化学的过程，在上述高地上，其中表現最明顯的是鹽漬化过程。由样品的化学分析，明顯地發現遭受断裂变动的地段產生大量鹽漬化的現象。例如，直接位于断裂变动綫上的一个探坑中，100厘米深度的鹽份总量（根据水提液确定）为9.1%，而在距变动綫250米处，則只占1%。这样对比关系屢見不鮮。断裂变动地段的高度鹽漬化顯然是由于強烈礦化热的地下水上升所引起，有的地方構成礦化程度达10 000毫克/立升的温泉。应当提出發源于这些泉水的小河兩岸复蓋着鹽壳并且完全沒有任

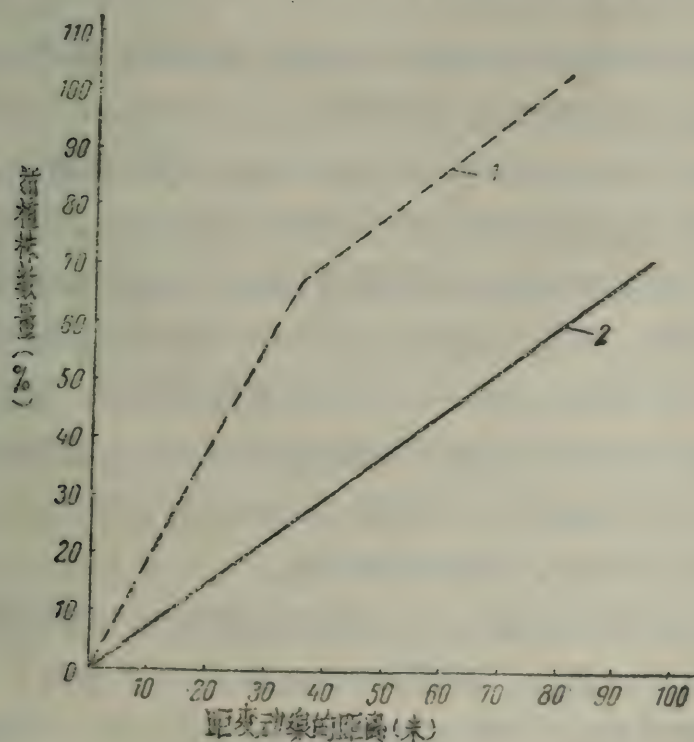


圖 3. 随着距構造变动綫的远近的植物成活率的圖解。

1—沙拐屬一种 (*Calligonum junceum*)；2—木叉明棵 (*Salsola Richteri*)

何其他植物群。

鹽份上升到地表顯然是該地範圍內的高等植物受着抑制，有的地方完全死亡的重要原因（雖說可能不是唯一的原因）。

斷裂變動作為鹽份上升的途徑的作用在我們描述的高地周圍的龜裂鹽土範圍內表現得特別明顯。這裡，在沒有受斷裂變動的相當厚的沖積層（達15米）之下，埋藏着受複雜斷裂系統割裂的原生沉積。在發現有這樣埋藏構造的地方，龜裂鹽土區域具有某些鹽土的性質，同時在植被組成上也有相應的變化。

近年由於這裡發生地震，部分地區重新有些變動，顯然使龜裂鹽土演化為鹽土的過程稍為復活。在各種情況下的許多區域中，均見到龜裂鹽土轉化為鹽土的各個階段，也即和經常在土庫曼西南見到的相反的過程。

根據普羅斯庫里亞科娃（Г. М. Прскурякова）的觀察，經常生長在龜裂鹽土上的植物（紅蟲、黑瑣瑣、捷提爾）大量死亡和鹽土植被的各種代表〔疏穗樟毛（*Aeluropus littoralis*）球果鹽地鈍鱗木（*Halocnemum strobilaceum*）鹽爪爪屬（*Kalidium*）各種等〕的出現是龜裂鹽土演化為鹽土過程的最早階段。龜裂鹽土植物死亡的地段往往具有直綫帶狀性質。蘇聯科學院航空方法實驗室的同事，米羅什尼欽科（Мирошниченко）証實這樣的地帶正符合於該地區已知的一個大的區域性的變動。龜裂鹽土演化為鹽土的最后和表現最明顯的階段是形成小丘上長着球果鹽木鈍鱗木的鹽土，沿此散布着檉柳屬（*Tamarix passerinoides*）小灌木構成的“丘卡拉克”型的孤獨小丘。

龜裂鹽土演化為鹽土，在有綫條外形的和沿龜裂鹽土伸展為寬廣的直綫帶的地段，表現得特別明顯。在許多情況下，在航空照片上，明顯看見這樣地帶在龜裂鹽土的淡色背景上表現為一種較陰暗的地段。地帶的方向和位置使我們可以推斷，它們的發育在某些程度上決定於埋藏的斷裂變動，因為業已確定這些地帶和地區

当中的已經知道的構造的方向和位置有某些符合。在系列情况下的龜裂鹽土上的鹽土帶位于露出地表的相鄰構造之間，在它們之間好象構成一座“橋樑”，將它們联系成为一个整体。

这样，研究龜裂鹽土上的鹽土帶的分布，多少可以找出某些直接不能观察出的地方構造的某些部分，并且可以闡明不同構造的穩蔽的联系。

在个别情况下，按照鹽土地段的發育，得以划出位于不深的冲積層之下或露出表面但被冲刷夷平的構造界綫（例如在雅尔馬庫尤天然境界区）。

在根据地植物标志决定構造变动綫某些情况的分析的总結中，应当指出：上述的例子使我們可以認為是在这些地植物标志当中最重要的是強烈分散鹽土植物群落和發育特殊的鹽土植被的直綫地帶相結合的現象。这样的地帶沿着構造变动綫形成，也發生在上述两个地区——苏尔坦-桑札尔盆地和土庫曼西南部。

界綫为直綫和外形为正規几何形，自然植物群落地段是沒有这种特征的。所以上述鹽土（也是喜湿的，例如在上述苏尔坦-桑札尔盆地）植物群落帶的突出而独特的外形和通常植物社会的离奇而复雜的界綫顯然不同。因而，当航空地質判讀时应当建議要很注意植被总的形象，并且須精密地分出其中有直綫地帶性質的各个部分。

对在这些地帶上特殊植物形成的堆積形成物——球果鹽地鈍鱗木小丘（即为砂質和粘壤物質堆積的小丘环绕的多年生鹽生植物球果鹽地鈍鱗木的大灌木叢）和小丘-丘卡拉克的出現，應該很注意，因為它們常常存在在構造活动提高的区域上。

参 考 文 献

Викторов С. В. Растительность как индикатор при геологических исследованиях в Средней Азии. Пробл. физ. геогр., XIV, 1949.

Курдюков К. В. Неотектонические движения в Южной Фергане. Природа, № 7, 1951.

Лебедев Ю. П. Шорово-бугристые солончаковые комплексы, их генезис и эволюция. Почвоведение № 4, 1949.

Ниценко А. А. К вопросу о границах растительных ассоциаций в природе. Бот. Журн. № 5, 1948.

Резвой Д. П. О следах тектонических движений «сегодняшнего дня» в Южной Фергане. Сб. по теоретич. и прикл. геологии, № 1, 1947.

Сочава В. Б. Новейшие вертикальные движения земной коры и растительный покров. Землеведение, т. III (XLIII), 1950.

Cuyler R. H. Vegetation as an indicator of geologic formations. Bull. of the Amer. Assoc. of Petroleum Geologists, vol. 15, № 1, 1931

含瀝青的地植物标志

沃斯托科娃 (Е. А. Востокова)

維希夫金 (Д. Д. Вышивкин)

卡西揚諾娃 (М. С. Касьянова)

涅斯維泰洛娃 (Н. Г. Нессветайлова)

什維里亞耶娃 (А. М. Швырева)

現在，有一系列普查石油的地球化學的方法。這些方法是根據物質自油層向地殼表層移動的概念。已經知道有幾種方法能根據這些物質在周圍環境中引起的變化發現油礦。

在這些方法之中有相當重要意義的是生物方法：細菌學方法和地植物學方法。

細菌學方法是基於某些微生物有選擇吸收一定氣體（甲烷、丙烷和乙烷等）的能力。將細菌特殊類型作為含油地段的標志（莫吉列夫斯基，1940）。

地植物學方法的原理是利用植物因有石油瀝青存在而出現的特殊變化作為土壤瀝青含量的標志。

研究石油瀝青對植物影響的專門實驗工作直到現在還沒有做過。但是，在文獻中可以找到一系列研究者關於這個問題的一些直接和間接的指示，這些指示提出了有瀝青時植物發生變化的某些概念。例如，當時已經知道土壤復蓋石油瀝青時農作物的收穫量會有所提高（巴納謝維奇，1941）並且知道石油工業廢品可以當作肥料使用（古謝依諾夫，1949）。

在瀝青膠劑固結砂的實驗中也曾指出植物生長加強（巴納謝維奇，1941 a, 加耶利等1935）。

古謝依諾夫和巴納謝維奇認為這些現象是由于環境受瀝青的影響而發生一定的物理化學的變化的緣故。他們曾確定在廢棄的古姆希林土（Гумб. ил.）和瀝青膠體的實驗中，土壤結構改善，土壤含水量和溫度提高，此外，可給態磷酸含量增加至2倍，土壤pH值減少。也知道硝基強化（Нитрофикация）的強度和土壤中存在瀝青的數量有關（列麥佐夫，1938）。

一系列的觀察証明了高度瀝青含量的底土是形成和這樣底土相關的一系列植物特殊類型的土壤。

在這方面，沙波娃（1938）的觀察有很大意義，她曾確定在里海東北部（直接毗鄰恩巴鹽丘含油區域的地區）有 *Zosteranana* 的肥大類型，長達1米，超過這個種的通常長度4倍。

雅羅申科調查希爾凡東南泥火山植被時，發現 *Salsola ericoides* 新的類型，他命名為 *S. e. var folioloides*；它和基本類型的差異在於分枝、葉片顏色、皮層和木質部不同。

波波夫（1949）在庫頁島的馬貢坦火山附近發現一系列特有种，他發現一種特有种——*Artemisia limosa* H. Koidz.，和它相近的種 *A. borealis* Pall 不同，它們的差別在於前者有兩年發育節奏和某些小的形態特征：絨毛貧乏、具有窄的小葉的淺裂葉和矮莖。根據波波夫的意見，馬貢坦泥火山植物種屬的特有現象的構成。是由于特有的土壤—風土的影響，這就是泥火山對生長其上的植物的影響”（波波夫，1949, 402頁）。這些特有的土壤—風土的影響是泥火山特有的屬性，這些屬性的產生是由泥火山組成中含有石油瀝青，這是極可能的。

由上述簡要的報導可以明顯地看出，直到現在為止，研究者的注意力是集中在研究石油瀝青對植物的影響上，其目的在於把石油瀝青當作農作物的肥料和當固結流動砂的膠結劑來應用。

至於植物可能作為石油勘察時的瀝青的指示植物來利用的問題，是維克托羅夫和沃斯托科娃於1949年首先提出的。

上述作者曾經詳細調查過瀝青場和石油層位不深的地段的植被，從這些調查的結果中，他們確定當有石油瀝青時，植物在它的外貌上出現極特殊的和很明顯的變化，瀝青地段的絕大多數植物有肥大的軀體，往往見到它們有畸形的現象；所有這些情況使植物外貌發生了強烈的變化。例如，在一個采掘場里，油井的廢石堆曾在汲取石油時，因石油飛濺而被浸潤以後在廢石堆的上面就發現了肥大的鹼蓬植株（高80—90厘米，直徑60厘米），具有畸形的嫩枝，構成了特殊的彎曲。在這些地段，鹼蓬的莖具有鮮絳紅的顏色（一般當花謝時這種植物莖才有這種顏色，但出現的時候經常比較晚）。

在瀝青場周圍的植物群帶中，曾經看到在十月末和十一月初植物大量地第二次開花和第二次生長的現象。沿着瀝青層間裂縫生長的植物也見到有同樣情況。一共調查過10科34種，結果確定系統上最不同的代表均出現上述變化。顯然，我們有事實證明，這不是只屬於窄狹的植物種的範圍內的窄狹的適應反應，而是某種一般生物性的較廣泛的規律。

在1950—1951年全蘇航空地質托拉斯地植物學家曾首先企圖利用於瀝青影響引起植物的確切的變化作為石油的普查標志。

在1950年曾進行過專門的植物踏勘調查（維克托羅夫、沃斯托科娃、格里戈里耶夫、卡西揚諾娃），結果在里海東北部確定了許多分散性瀝青含量高的區域，於是建議調查這些區域的地質學家予以注意。嗣後，較詳細的測量工作証實了這工作的結果。

近年，全蘇航空地質托拉斯全體地植物人員在東、西哈薩克斯坦和土庫曼的相當大的範圍（烏茲博依與恩巴河地區、伏爾加與烏拉爾的河間）在這方面曾進一步作過工作。這些工作按照它的性質可分為兩個階段。

第一階段是比較研究兩個地段——已知土壤中有石油瀝青的樣地和沒有瀝青的對照樣地的植被。研究這些地段就可能闡明含

瀝青的地植物标志。

第二階段是根据地植物观察資料，普查有瀝青的地区。我們來分析一下每一个階段：

开始調查的时候，在經過專門分析确定土壤中有石油瀝青的地段选定面積250至5000方米的样地，分析用的样品是由土壤根置層和墊下層中采取的。分析是利用發光方法（Люминесцентный метод）進行的，并且采用在干燥器中提煉法來对照。

选定生态条件和样地相似的地方作为对照样地。同时須特別注意对样地有強烈作用的下列因素；如研究地段在地形上的位置、与其相联的水文地質情况和土壤鹽漬化的情况，基質的岩石組成、坡積層的厚度以及植被的类型。

在每一个样地上，除开仔細描述植物群落以外，須詳細調查包括在群落組成中的所有植物种，并大量測量植物的高度和“直徑”（在样地上每种測25至100次）。植物的“直徑”是以兩個相反距离最远的枝梢間的距离計算。

全苏航空地質托拉斯地植物全体人員的工作結果，曾划定并調查过大量样地。我們將某些样地（含瀝青的）的材料分述于下。

西 哈 薩 克 斯 坦

样地 1 位于勺兒湖边。这里，沿着湖岸边緣的湿润鹽土上發現有許多非常畸形的海蓬子（*Salicornia herbacea* L.）的植株，它有縮短的節片、大头針狀枝梢和弯曲樹干。由于大量分枝，这里海蓬子構成高15—25厘米的球狀类型的矮生茂盛的“小叢”。

球果鹽地鈍鱗本（*Halocnemum strobilaceum* M. B.）受了強烈的抑制，沿着勺兒湖岸構成一条植物帶。在它的許多枯枝的尖端可見到一种特別的变白情况。

拳狀鄂畢濱藜（*Obione verrucifera* Mog.）成帶狀分布于球果

鹽地鈍鱗木的外緣，它和它正常的类型沒有顯著的差異。更外面的一條植物帶（在上述植物帶外緣）在砂塊的半月形砂丘之間的低地中，其中發現有高約 150 厘米（該種通常高度不超過 70—75 厘米）的葛氏磯松（*Statice Gmelini* Willd.）植株。

樣地 2 在強烈礦化上升泉和可燃氣體天然出口的綫上，顯然這和鹽丘構造區域中的構造變動有聯繫。

直接生長在天然氣出口附近的海蓬子受到強烈的抑制：矮生、分枝微弱、彎曲嫩枝與腫脹而短縮的節片。距泉綫 50 米距離處，海蓬子的發育繁茂，由於有豐富的分枝，呈球狀类型，也有彎曲嫩枝和大頭針狀的節片，直徑為 59 厘米，高達 40 厘米。

勺兒湖沿岸為白濱藜、半灌木磯松和白蒿（*Atriplex cana*—*Statice suffruticosa*—*Artemisia incana*）群落所占有。這裡白濱藜和半灌木磯松有巨大的軀干。前者直徑為 150 厘米，高達 93 厘米（馬耶夫斯基指出通常在蘇聯歐洲部分中部地帶植物種屬中它的高度為 20—50 厘米）。包含在這個植物社會中的白蒿、它的外貌和大小與通常情況相同。

樣地 3 分布在勺兒湖沿岸。上述這樣的畸形海蓬子，在這裡構成一條植物帶，它和上升泉有關。直接在泉水附近的海蓬子，高度達 77 厘米。

沿着勺兒湖岸，散布着大量復葉豬毛菜（*Salsola foliosa* L., Schrad）植株，它的最大高度達 95 厘米，直徑為 130 厘米（在通常條件下，它的平均高度不超過 25—50 厘米）。

包括在這個群落中的其他的植物種也有巨大的軀體：蘇蘭（*Suaeda physophora*）直徑為 205 厘米，高為 105 厘米；黑蒿（*Artemisia pauciflora* Web.）高 80 厘米；無葉蠅藜（*Anabasis aphylla* L.），呈矮則不高、但是枝條水平伸展的多枝的小灌木叢（高 80 厘米，直徑 130 厘米）；矮小假木賊（*Anabasis depressa*）呈大的枕墊狀。

样地 4 在勾兒湖岸不深的小冲溝中，其低部为疏松鹽土，这里發現有下列非正常外貌的类型：无叶蠋藜，直径为 170 厘米，高达 90 厘米；佛蘭堪尼亞（*Frankenia hirsuta* L.）为粗大枝桠交錯的很大植株，这里最大的为 70 厘米（在通常条件下为 10—35 厘米）；奧菲斯頓（*Ofaiston monandrum* (Pal.) Mog. 一單花蓬

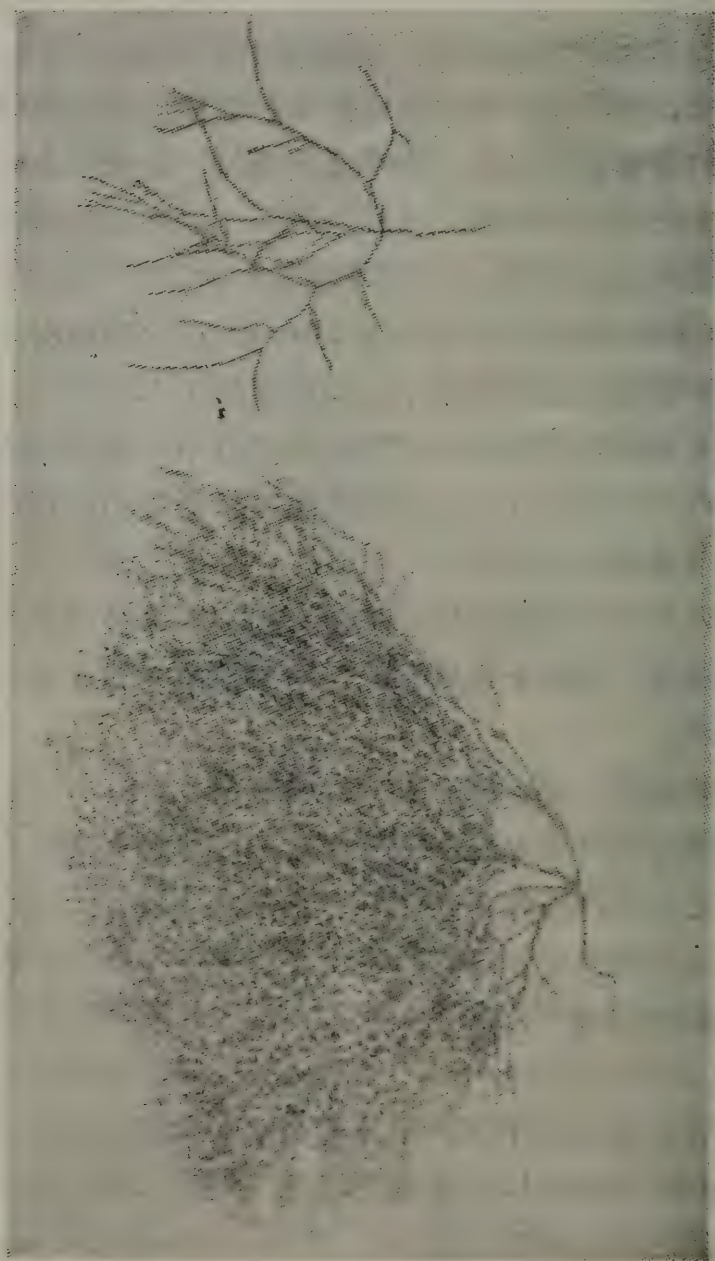


圖 1. 在含鹽青（左边）的和不含鹽青的（右边）土壤上的 *Petrosimonia tundra*

屬一種〕最高為34厘米（在通常條件下為10—20厘米；彼得羅西莫尼亞〔*Petrosimonia triandra* (Pall.) Simonk〕的植株有非常豐富的大分枝，構成球狀類型，高達50厘米，直徑80厘米（圖1）；畸形的海蓬子，高40厘米；蘇蘭直徑為180厘米，高108厘米。下列種也有肥大的軀體：沙蒿（*Artemisia arenaria* D. C.）優若（*Eurotia ceratoides* C. A. M.）菊科一種（*Tanacetum vulgare* L.）。

樣地5在勺兒湖岸，在勺兒湖岸上發育着無葉蜆葵—白蒿社會，其中無葉蜆葵直徑為150厘米，高達85厘米；白蒿外貌和大小和通常一樣。

在白濱葵—白蒿社會中，白濱葵的軀體顯然發育不均勻，構成燭狀類型（高150厘米，直徑65厘米）。

在這社會中包含的對葉豬毛菜（*Salsola brachiata* Pall.）由於有豐富的分枝，構成球狀類型（高32厘米，直徑42厘米；在對照樣地，最大高度為15厘米，分枝不多）。

埃希諾普西朗〔*Echinopsilon sedoides* (Pall.) Mog.〕在這里構成兩種類型：燭狀類型，高80厘米；球狀類型，有豐富分枝，直徑為50—55厘米，高達40—45厘米。

里海沿岸東北部

樣地6位於苗爾特維庫圖克勺兒湖中一個島上。在這里見到枝葉繁茂樹冠發育茂盛的蒺藜（*Zygophyllum ramosissimum*）的肥大類型和對葉豬毛菜（*Salsola brachiata*）。

樣地7是特有的沙壠。在這里發現的駱駝刺〔*Alhagi pseudalhagi* (M. B.) Desv.〕和驅蛔蒿（*Artemisia maritima*），為肥大的類型，也看到針枝蓼屬一種（*Atraphaxis spinosa* L.）有第二次開花的現象。

樣地8位於恩巴河下游的鹽土景區中。這里常發現波塔什尼

克 (*Kalidium caspicum*) 和葛氏磯松 (*Statice Gmelini*) 有許多肥大的类型；并且确定 *Atropis distans* (L.) Griseb., 分枝冰草 (*Agropyrum ramosum* Richt.)，和佛蘭堪尼亞 (*Frankenia hirsuta*) 有第二次开花現象。

样地9位于鹼土平原上。这里植被为矮小假木賊 (*Anabasis depressa*) 群落，甚至一看它的反常的形狀就特別惹人注意。矮小假木賊受到強烈抑制并且有大量死亡的節片。除开矮小假木賊以外，这里發現發育优美的白濱藜 (*Atriplex cana* C. A. M.) 的植株，高80厘米，直徑60—80厘米。

样地10是長有猪毛菜植被的特有的疏松鹽土这里發現有苏打猪毛菜 (*Salsola soda* L.) 义毛蓬屬 (*Petrosimonia glaucescens*, *P. appositifolia* Litw.)、哈里莫克涅米斯屬 (*Halimocnemis Karelini*, Mog-Tand., *Halimocnemis sclerosperm* C. A. M.) 厚猪毛菜 (*Salsola crassa* M. B.) (圖2)、*Atriplex tatarica* L. 的肥大类型；苏打猪毛菜在正常条件下高25—30厘米，在这里，它的直徑为60—80厘米。*Atriplex tatarica* L. 高达1.6米，直徑1.5米。

上述植物沿着鹽丘翼部的断裂綫，自西北至东南分布成为一条不寬的植物帶。

样地11是具有發育茂盛的猪毛菜帶的較窄的勺兒湖。海蓬子 (*Salicornia herbacea*)、半灌木磯松 (*Statice suffruticosa*) 和奧菲斯頓 (*Ofaiston monandrium*) 發育特別強烈。海蓬子在該样地上構成大的球狀植株，直徑为50厘米，高达50厘米。奧菲斯頓 (*Ofaiston monandrium*) 也有非常大的軀体，形成枝条丰富的植株，高达45厘米①，直徑80厘米。

上述样地可以由其他地区得來的材料加以补充。

①原文为45m，恐为45cm之誤——譯者注。

如維克托羅夫和沃朗科娃于1953年在卡拉沙漠和烏斯秋爾特工作时，曾經看見在瀝青基質上出現几种广布种的非常富有代表性的类型。他們找出了柯諾路易阿蒙木(*Ammodendron conollyi*)的“瀝青”类型，它为肥大的鞭狀小灌木，几乎沒有分枝，沒有主干。



圖2.在瀝青(右边)和沒有瀝青(左边)样地上的厚猪毛菜
(*Salsola crossa*)。

小蓬屬(*Nanophyton erinaceum*)在通常条件下为枕垫狀类型，而在瀝青地段，除开这种类型以外，尚構成強烈向上伸延的其他类型〔所謂“高举”(erecta)类型〕。这一类型在它整个發育階段保有它特有的特征。

在某些瀝青地段上，球果鹽地鈍鱗木(*Halocnemum strobilaceum*)和鹽爪爪屬(*Kalidium foliatum*)每逢夏季具有非常的橙黃的淡紫的顏色。

从上述实际材料的分析中明顯地看到：發育在含有石油瀝青基質上的植物，發現有相当复雜的形态和病理的变化。已知这样变化有下列类型。

1. 由于有瀝青存在而植物出現肥大的現象，这是調查的絕大多數植物的代表性特征。肥大現象表現为植物各个部分过度生長。而且，在一种情況下，某些植物种增大，仍然保持着它的各个部分的原來比例，因而除开大小以外，植物总的外貌仍和从前一样。属于这一类型有下列植物种：

駱駝刺 [*Alhagi pseudalhagi*, (M. B.) Dcsev.]

白濱藜 (*Atriplex cana* C. A. M.)

Atriplex tatarica L.

A. dimorphostegia Kar. et Kir.

无叶蠟藜 (*Anabasis aphylla* L.)

白蒿 (*Artemisia incana* Kell.)

沙蒿 (*A. arenaria* Wob.)

黑蒿 (*A. pauciflora* Web.)

西伯利亞冰草 [*Agropyrum sibiricum* (Willd) P. B.]

Echinopsilon sedoides (Pall.) Moq

伢若 (*Eurotia ceratoides* C. A. M.)

畫眉草 (*Eragrostis pilosa* P. B.)

佛蘭堪尼亞屬一種 (*Frankenia hirsuta* L.)

佛蘭堪尼亞屬一種 (*F. pulverulenta* L.)

節節鹽木屬一種 [*Halimocnemis sclerosperma* (Pall. C. A. M.)]

節節鹽木屬一種 (*H. Karelini* Mog.)

波塔什尼克 (*Kalidium caspicum* Ung.)

伏地膚 (*Kochia prostrata* Schrad.)

草木樨屬一種 (*Melilotus ruthenicus* M. B.)

毛義蓬屬一種 (*Petrosimonia glaucescens* Ilyin)

毛義蓬屬一種 [*P. crassifolia* (Pall) Bge.]

蘇蘭 (*Suaeda physophora* Pall.)

鹼蓬屬一種 (*S. prostrata* Pall,)

鹼蓬屬一種 (*S. confusa* Iljin)

鈍葉豬毛菜 (*Salsola mutica* C. A. M.)

葛氏磯松 (*Statice Gmelini* Willd)

硬豬毛菜 (*Salsola rigida* Pall)

霸王屬一種 (*Zygophyllum ramosissimum*)

奧菲斯頓 [*Ofaiston monandrum* (Pall) . Mog.]

例如，在瀝青基質和對照樣地上，無葉蠟藜軀體大小的對比關係在圖解上（見圖 4）就可以明顯地看出來。

2. 在瀝青基質上的植物種產生的特殊類型，和該種在通常條件下廣泛分布的類型有顯著的不同。

這裡，在瀝青基質上的植物的外貌的變化可分為下列幾種類型。

正常枕墊狀的類型由於側枝生長延緩和主幹尖端生長加強則變成燭狀的和高舉狀的類型。 *Echinopsilon sedoides* (Pall.) Moq,

白濱藜 (*Atriplex cana* C. A. M.) (圖 3)，和小蓬屬 (*Nanophyton erinaceum*) 見到有這樣的類型。

球狀類型是由於側莖和枝條分枝加強形成的。出現這樣的類型可以下列植物種為代表：

Frankenia pulverulenta L.

節節鹽木屬一種 (*Halimocnemis sclerosperma*)

節節鹽木屬一種 (*H. Karclini*)

叉毛蓬屬一種 (*Petrosimonia glaucescens* Iljin)

對葉叉毛蓬 (*P. oppositifolia* Litw.)

鈍葉豬毛菜 (*Salsola mutica* C. A. M.)

蘇打豬毛菜 (*S. soda* L.)

海蓬子 (*Salicornia herbacea* L.)

平展类型是由于主干生長延緩和它的側枝生長加強形成的。往往見到无叶蜆藜 (*Anabasis aphylla* L.) 白濱藜 (*Atriplex cana* C. A. M.) (圖 3) 等有这样类型。

上述柯諾路易阿蒙木 (*Ammodendron Conollgi* Bge.) 的鞭狀类型，它的主干完全不發育。

我們曾屢次見到，同一种植物在不同的条件下可以形成不同的类型。以白濱藜 (*Atriplex cana* C. A. M.) 为例，就可以很好地來說明，它在一种瀝青地段上为燭狀类型 (直徑不超过 50 厘米，高达 150 厘米)，而在另一地段上則为平展类型 (高不超过 90 厘米，直徑达 150 厘米)

3. 出現畸形的器官 (弯曲樹干、粗而短的枝条，膨脹作大头針狀的節片尖端)。这只有某些种如海蓬子 (*Salicornia herbacea*

L.)、鹼蓬屬 (*Suaeda confusa* Iljin) 鹽爪爪屬 (*Kalidium foliatum* Moq) 見到有这种情况。

4. 当有石油瀝青时，植物受到抑制，表現生長和發育迟緩；这只可以球果鹽地鈍鳞木來說明，在任何情況下，它的瀝青地段上均受到強烈的抑制；矮小假木賊 (*Anabasis depressa*) 在类似条件下往往也受到抑制，但不是經常的現象。植物受到抑制的現象或許不能作为基質含瀝青的可靠的普查标志，因为上述植物种往往可

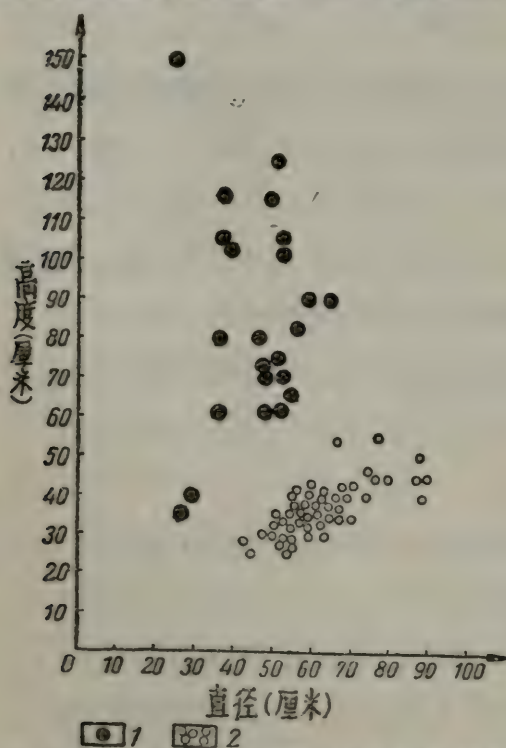


圖 3. 瀝青样地和对照样地的白濱藜 (*Atriplex cana*) 大小对比关系
圆点圖解
1—瀝青样地；2—对照样地

能由于如水份不足，鹽份綜合体中硫酸鹽顯著超过氯化物等的这样原因發生抑制的現象。

5. 植物發育節奏的变化表現有二次發育週期的趋向。

在瀝青地段当晚秋时節，見到下列植物种有第二次开花和生長的现象：

黃耆屬一种 (*Astragalus brachilobus*)

Atropis distans

針枝蓼屬一种 (*Atraphaxis spinasa*)

薹屬一种 (*Carex stenophylla*)

石竹屬一种 (*Dianthus leptopetalus*)

畫眉草 (*Eragrostis pilosa*)

委陵菜屬一种 (*Potentilla opaciformis*)

蒼叶燄菊 (*Pyrethrum achillaeifolium*)

針茅 (*Stipa capillata*)

磯松屬一种 (*Statice caspia*)

鼠尾草屬一种 (*Salvia nemorosa*)

麥瓶草屬一种 (*Silene wolgensis*)

第二次开花現象并不是生長在瀝青地段上的所有植物种，也不是調查地段上的同一植物种的所有植株都有的，顯然这不可能作为瀝青的可靠普查标志。

根据地植物标志，曾經划出过預測有瀝青的一系列样地。經過檢驗，証明土壤中确实有瀝青石油。划出的絕大多数样地是在鹽丘構造上。

在鹽丘最發育的地区中，我們曾經根据地植物标志划出了一些瀝青样地，并且將它的分布和鹽丘構造的地質圖相比較。結果發現絕大多数样地是存在鹽丘構造中的断裂变动綫上。这証明沿着上述变动綫，瀝青正由油層向風化壳表層迁移。可見，在鹽丘分布範圍內，有植物的特殊类型的地段可以利用來作为該鹽丘和

油礦相联系的标志。此外，根据这些地段的分布，有时可以判断鹽丘構造区域中構造变动綫的位置。

当勘探石油时，在应用植物來普查瀝青的实践中，特别是对初从事調查工作者，可能碰到進行这些工作的方法問題上的某些困难，为了根据地植物标志來闡明瀝青地段，首先必須正确决定調查植被的时间。事实上，例如，过度生長这样的标志，对不同植物來說可能在不同時間出現和表現得明顯。

以一年生植物而言，在头半年，就已結束了它的生活的發育週期，所以只有在春季才可以利用它來判断它生長其上的基質中的瀝青的含量。而在瀝青地段上，結实相当迟的一年生植物，例如复叶猪毛菜（*Salsola foliosa*），和一些地下部分越冬的多年生植物（植物的地上部分每年春季从新出現），在头半年，这些种的大小、和外貌十分正常，并且軀体肥大現象还表現不夠明顯，所以不容易看出來。在我們工作的实践中，就發生过这样的情况，在秋季進行踏勘时，根据植被的代表性特征曾經在头一年踏勘認為沒有瀝青的区域，找出了一系列的瀝青地段。

在这方面，灌木和半灌木（如上面分析过的白濱藜。无叶蜆藜、苏蘭）是最容易辨别的标志。

当根据生長在这里的植物的肥大标志來划出瀝青地段时，应当非常注意分析生長地的生态条件。

在干燥区域，由于存在透鏡体狀的淡水，形成湿度稍为提高的条件，發生植物的軀体增大，在总的背景上，看來很明顯。

鹽漬化的情况对鹼土和鹽土植物的生活起着很大的作用。在克列尔的实验中，海蓬子（*Salicornia herbacea*）生長在未鹽漬化的土壤上，發育优良并且相当大。

由于有石油瀝青，某些植物受到了抑制，利用这种标志需要很謹慎。上面已經指出过，植物受到抑制的現象可能由一系列其他原因所引起，如水份不足、过度鹽漬化等等。

以第二次开花現象作为基質含瀝青的一种标志，只有具有正常一次發育周期的早期开花植物种較為可靠。因为有些科，整科一般都有第二次开花的趋向。在根据植物的第二次开花的标志來划定瀝青地段时，应当經常注意这种情况。

根据上述植物的普查标志的总和來划定含瀝青的地段，是比較方便的，也是比較可靠的。

一个瀝青地段的所有植物并不是經常会有这些或那些代表性特性。第一，現在已知道只有少数植物对瀝青才有反应；可能，有些种和石油瀝青的存在无关。其次，应当知道：不同种的根以及同种不同年齡的根位于不同的深度，因此，它們可能处于不同瀝青化的条件下。所以当研究某一个种对瀝青的反应时，决不可只因为在具有其他种肥大类型的地段上，被研究的种具有正常的外貌而作出它和瀝青无关的結論。因而，也可采用測驗土壤和岩層中瀝青含量的方法（特別在样地）：样品應該从研究种的根置層中采取。

全苏航空地質托拉斯地植物学家們曾为了闡明和証实当有石油瀝青时植物軀体發生的增大和变化，按照种分別將瀝青样地的植物進行过許多測量。在样地上，每种都尽可能地測到 50—100 个体。必須測量大約处于一个發育階段的个体。例如，在我們調查的一个瀝青样地上，无叶蜆蕨的主要部分有明顯抑制的情态：矮生、許多黃叶，这些个体只在十月才开始开着少數的花朵。而样地上的无叶蜆蕨的其他植株却有巨大軀体和丰滿果实。十分明顯，如果按照通常進行一般的測量，則會給肥大的无叶蜆蕨軀体一种非常光怪离陸的和錯誤的形象。在这些情況下，我們須將处于同一發育階段的个体分別進行測量。

我們將測量材料按等級綜合并編成表。复叶猪毛菜(*Salsola foliosa*) 軀体大小表(表 1 和 2) 可作例子。

以圖解來表示植物的“瀝青”类型和正常类型的軀体大小的

表1

植物軀體大小 等級(高度)(厘米)	复叶猪毛菜个体数量	
	在瀝青样地上	在对照样地上
10—20	—	—
20—30	—	4
30—40	—	10
40—50	—	—
50—60	7	11
60—70	12	—
70—80	2	—
80—90	3	—
90—100	1	—
100—110	—	—

表2

植物軀體大小的 等級(直徑)(厘米)	复叶猪毛菜个体数量	
	在瀝青样地上	在对照地样上
0—10	—	15
10—20	—	10
20—30	—	—
30—40	—	—
40—50	—	—
50—60	—	—
60—70	—	—
70—80	1	—
80—90	5	—
90—100	5	—
100—110	6	—
110—120	2	—
120—130	3	—
130—140	1	—
140—150	2	—
150—160	—	—

对比关系，将会更加明显。

圆点图解(圖3)可同时表示出每一测量个体的高度和直径。横轴表示个体直径的数值，纵轴表示高度；点的位置表示个体的大小。

利用描繪在圖4上的图解，能很方便地比較出軀体的平均大小(每种所有測量值的平均)。这里沿横軸向右，表示对照植株的平均直径值，向左表示“瀝青”类型植株的平均直径；纵軸表示高度。得出的長方形表示植物軀体的大小、直径和高度的对比关系以及有瀝青时植物类型变化的性質(該种

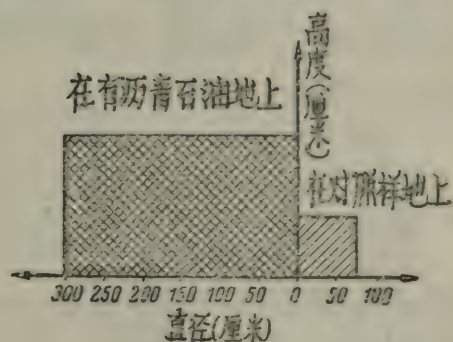


圖4. 生長在有瀝青石油地和对照样地上的无業蜆葵 (*Anabasis aphylla*) 軀体大小对比关系图解

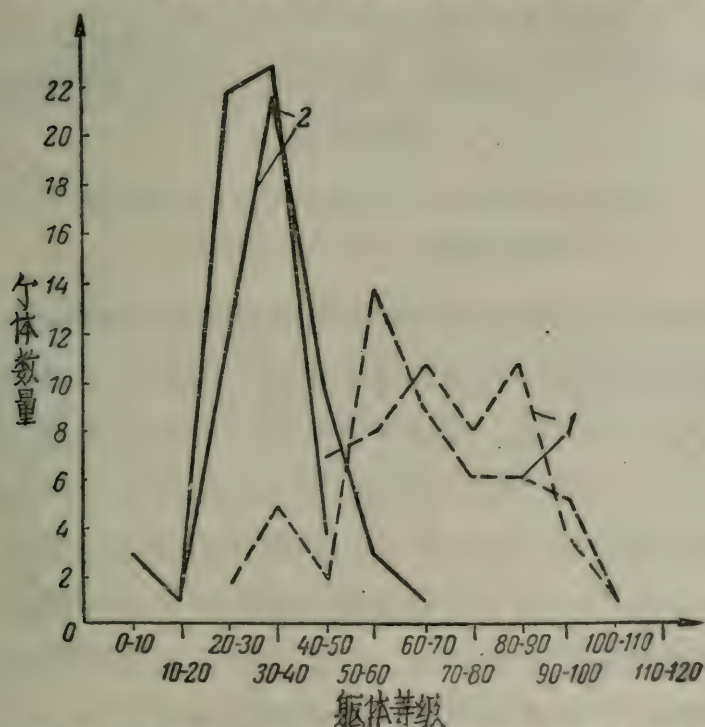


圖5. 在有瀝青石油地和对照样地上，苏蘭 (*Succisa physophora*) 的高度
1—在瀝青样地上；2—在对照样地上

情况下，无叶蜈蚣的直径按比例增加比高度大，因此植物的外貌稍有变化）。

最后，当比较若干样地上任何一种軀体的大小时，宜于利用高度和直径的曲线。横轴表示軀体大小的等级，纵轴表示每级軀体的个体数（圖 5、6）。

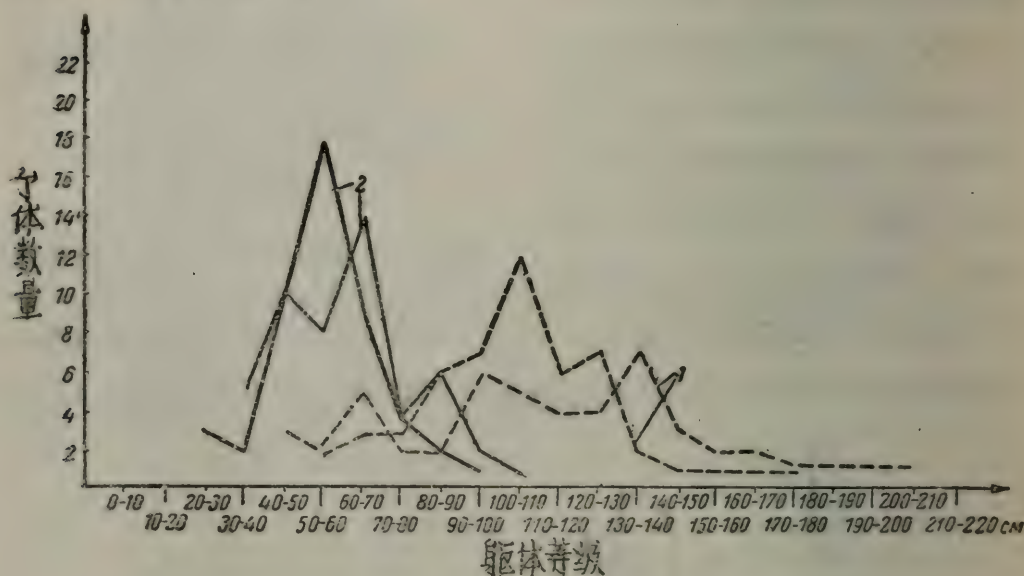


圖 6. 苏蘭 (*Suaeda physophora*) 的直径

1—在瀝青样地上；2—在对照样地上。

在1953年，全苏航空地質托拉斯烏茲博依考察隊的地植物学家曾經根据精密計算出的瀝青地植物标志的出現率的数值，划出过瀝青含量提高的区域。出現率值以發現有可作含瀝青的标志的植物的样方数占划定实验样方的总数的百分比表示。烏茲博依考察隊地植物学家們曾应用这个方法确定了含瀝青的区域。他們采取下列的工作順序。为了尋找分散的瀝青区而進行勘探的地植物組，在这个区域布置了路綫網。根据路綫不断進行植被的觀察，將路綫上出現有虽說是孤独巨大的或畸型的植株和發現有二次發育的类型的地点填在圖上。

計算出这些地点指示有瀝青的上述类型的出現率。因此，在

有限的面積內，須作出面積 1 方米的 25—50 个样方，并且在每一样方內 求出可作瀝青标志的 植物的 类型的数量。根据求得的材料，計算出这一地点的出現率，以百分比表示。如果出現率十分高（通常如果超过 10%），那末在該样地上，須开鑿探坑，采取測定瀝青含量的样品。

这样，計算出所有路綫上的瀝青的地植物标志的出現率。当这些标志在很大面積內分布相当多的数量的情况下，則須計算出分布在該区域的外緣和中央的各点的瀝青含量标志的出現率。

往往最高出現率的地点集中在某一定区域內，而沿着它的外緣分布的是出現率相当小的地点。这样，在圖上可十分明顯地表現出瀝青的地植物标志最多的区域。如果將瀝青地植物标志的出現率和分析結果加以对比，那末發現在出現率數值和瀝青含量之間有相当併行的关系。这点可被表 3 明顯地証实〔瀝青含量的單位：从岩石一定称样中提出的瀝青提取物保留在濾紙上条紋的長度的單位为毫米；多汁的多年生鹽生植物——球果鹽地鈍鳞木和鹼穗木屬（карабарах）的坏死类型即有死亡特征的类型可利用作为瀝青的地植物标志〕。

表 3

記 錄 号 数	瀝青地植物标志的出現率%	瀝 青 的 含 量 〔提取物長度（毫米）〕
1121	少于5	痕跡
1104	12	4
949	12	3
953	36.5	5
1122—1124	70	7

圈定了瀝青地植物标志出現率最多地段的輪廓以后，則可以确定瀝青大量分布的区域。用这种方法也可以划出瀝青含量很少

的区域的界綫。

根据地植物标志划出瀝青区域，可以下述例子來分析。在中亞巨大鹽土盆地的一个地区中，瀝青的地植物标志分布成这样的情况。沿着环绕盆地的高原狀高地的边缘，植被中广泛分布着希文猪毛菜（*Salsola chiwensis*）植株，它以肥大和病态的特殊“鬃刷”狀的新形成物为其特征，这种“鬃刷”是由密集的畸型短枝形成的。这些植株的出現率为20—50%。沿着盆地的斜坡，滿布着小蓬屬（*Nanophyton erinaceum*）的特殊类型。通常这种植物具有貼近基質的枕墊狀，或者呈微微升起的小灌木狀；在該地段上，同样也出現十分高（达30厘米）而整齐的植物的植株，它們有表現明顯的筆直立干，急剧上升的枝条，而沒有向兩旁分枝。斜坡上的这种类型的出現率达80—100%。最后，在盆地底部滿布着有病态变化的球果鹽地鈍鱗木、鹼穗木屬以及其他鹽生植物的植株。这里它們出現率約为20%。在比較不大区域内，許多变型的有这样稀少有的密度，使我們可能將这个盆地划为瀝青含量增高的地段。分析完全証實了这条結論（見表4）。

表4

群 落	瀝 青 含 量 〔提取物的長度（毫米）〕
希文猪毛菜畸形植株占优势的群落（样地1）	43
希文猪毛菜和鹼穗木屬畸形植株占优势的群落 （样地2）	48
鹼穗木屬畸形植株占优势的群落（样地3）	5

由此可見，計算瀝青标志的出現率是确定底土中瀝青含量提高的有效方法。

航空地質考察隊的地植物学家們在里海沿岸东北地区進行工

作时，曾拟定了另一套方法解决了同一任务（維希夫金、卡西揚諾娃）。当划出預計含有瀝青的地段时，他們不專門利用划定的样方來計算出現率，而只作通常地植物的野外描述。地植物描述中的一个必須步驟就是划分植被的層次（即按高度划分植物类型）和指出每一層的植物种；此外，通常在進行地植物描述时，指出描述时發現的每一植物种所处的物候狀況（即花盛开，开花、枯萎等状态）。这两种标志也是闡明有瀝青的最重要标志。

系統地審察地植物的描述，很容易找出某种植物超出常屬的植被層次范围之外的各个地点。这是这里某些植物具有的大小不是其固有的間接标志，这一点就使調查者可以立刻划出这样地作为檢查瀝青的可能对象。

我們举个例子來說明这点。曾經指出：通常分布在第二層的沙半灌木—伏地膚（*Kochia prostrata*）在該地段为第一層，即在大灌木構成的最上層的成員；这里也有其他一种半灌木——硬猪毛菜（*Salsola rigida*）。这两种广布种，有这样反常的層次的位置，容易引起这里有瀝青才出現这样高的植株的想法。分析証实了这种的設想，証明該地段底土中石油—瀝青含量为0.009%。

同样，可以利用地植物描述的物候材料，即涉及个别植物發育階段的材料來作为瀝青的标志。細心分析植物的描述和划出發現晚秋有植物开花的所有地段，則可以划定預測有瀝青的区域。例如在植物的描述中，曾指出，在十月末，草原錦雞兒（*Caragana frutescens*）灌木有盛开花和开花的現象。因为根据絕大多數描述的材料，这时草原錦雞兒已經花謝，所以这样开花很迟的現象就很难解釋了。这种現象的一种可能的原因是有瀝青存在，大約是瀝青使植物發育的时间發生強烈的变化（霍赫洛夫，1947）。以分析來查驗这种有瀝青的推断，結果完全証实了它們的正确性并証实含石油瀝青量的0.006%。

对根据地植物材料划定瀝青含量提高的区域的方法作的总结

可归結于下：顯然，專門地植物的踏勘或者应用計算出現率的綱要式調查都是找尋瀝青最有效而最精确的方法。不过，甚至在通常的地植物制圖以及精密分析描述材料时詳細研究种的層次位置及其發育阶段的特征均可大体划出有瀝青的整个区域。

現在利用地植物标志普查石油和瀝青的方法还制定得不完全，应用它，要獲得成效，則取决于地植物学家、地質-石油学家、生理学家以及其他相鄰的科学部門的系列工作者的共同努力。

参 考 文 献

Банасевич Н. Н. Опыт мульчирования почв битумом. Сб. работ по агрономич. физике. Сельхозгиз, 1941.

Банасевич Н. Н. Закрепление песков битумной эмульсией. Сб. работ по агрономич. физике, вып. 3. Сельхозгиз, 1941a.

Гусейнов Д. М. Применение отработанного гумбринна в целях повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Изд. АН СССР, 1951.

Гаель, Захаров, Малюгин. Цементация песков битумной эмульсией. Пробл. растениевод. освоен. пустынь, вып. 3, 1938.

Могилевский Г. А. Бактериальный метод разведки на нефть и природные газы. Разведка недр, № 12, 1940.

Попов М. Г. Эндемичные виды грязевого вулкана Могунтан. Бот. журн., № 5, 1949.

Ремезов Н. Б. Условия азотного питания в сосняках. Советская Ботаника № 6, 1938.

Хохлов П. Вторичное цветение плодовых и другие особенности поведения растений в районе газоносной скважины в окрестностях Саратова. Советская Ботаника № 1, 1947.

Шапова Г. Ф. Донная растительность северо-восточных заливов Каспийского моря. Комсомолец (Мертвый Култук) и Кайданк Бот. журн. № 2, 1938.

普查金屬礦床时的地植物調查

涅斯維泰洛娃 (Н. Г. Несветайлова)

植被的分布和区域地質構造的联系是非常明顯的，現在已經不会引起任何怀疑。的确，許多企圖利用植被作为普查和探勘某些有用礦物、特別是金屬礦的标志，是有很大的意义。

金屬在植物生活中起着很大作用：一种是生活上必須的元素，可能影响一定植物的分布，另一些有毒害的元素，可大大破坏物質的新陳代謝，因而使生物和形态性質發生各种各样的变化。有时金屬对植物影响非常強烈，以致形成新的类型。

植被和岩層一定屬性相联系的概念早已反映在古时的民間傳說中。

如，在欧洲，將榛、鼠李、花楸看作金屬礦和宝石的指示植物（克尔涅尔，1903）。俄罗斯認為冷杉、松和云杉为金礦的标志（卡尔宾斯基，1841）。在巴西，將 *Vellozia candida* Mik 列为能在含金剛石底土上生長的植物（斯皮赫与馬尔梯斯，1823—1828）。

某些調查者早已指出了生長在有用礦物的礦床上植被的变化。罗蒙諾索夫还在1793年，在“金屬礦床和礦脉及其礦坑”的論文中，曾寫道：生長在礦脉上的草类通常比較少，而且比較貧乏。

大家知道所謂“異極礦植物”：“異極礦堇菜”——*Viola calaminaria* 和“異極礦薺葵”——*Thlaspi calaminarium* 是嚴格地生長在富含鋅的岩層上的。在后者（在阿阿赫附近采集）灰份中發現含鋅在13%以上，占整个干物質重1.5%，即比生長在不

含鋅的基質上的它的近親種的含鋅量大幾倍。“土壤組成的變化可能引起新種的出現。“異極礦堇菜”(*Viola calaminaria*) 十之八九是含鋅土壤上的 *Viola lutea* 的變種”(瓦爾明格, 1902, 53 頁)。

鐵角蕨屬兩種 (*Asplenium adulterinum* 和 *A. serpentinum*) 和蛇紋石有非常嚴格的聯繫。鐵角蕨這些特殊種生長在蛇紋石上, 顯然是直接受鎂的影響, 薩捷別克于 1871 年作的試驗已經證明, 他在連蛇紋石的痕跡都沒有的土壤上栽培“蛇紋石鐵角蕨——*A. adulterinum* 和 *A. serpentinum*, 當栽到第六代時, 發現這些種失去了它們的特徵, 而轉變為通常廣泛分布的種 *Asplenium Adiantum nigrum* *A. virida* (瓦爾明格, 1902, 53 頁)。石竹 (*Dianthus capillifrons*) 和長生草屬兩種 (*Sempervivum pittonii* 和 *S. Hellebrandtii*) 也存在蛇紋石上 (內沃爾, 1926)。A. E. 費爾斯曼研究厄爾巴島地質時, 也曾指出蛇紋石和花崗岩上的植被有顯著的不同。它寫道“毋須乎植物學家就可以看出這種純粹外表上的顯著差異 (費爾斯曼, 1939, 219 頁)。

在澳大利亞, 地質學家, 曾經有成效地利用過植物 *Polycar-paea sp. yrosi vles* 普查銅 (拜律, 1889) ; 某些苔蘚例如 *Gymn-ocolea acutiloba*, *Cephaloziella* (夫朗-夫蘭國特, 1928), 以及安第斯山的 *Mielikchoferia* 和 *Scopelophila* (莫爾頓和干斯 1925) 和重金屬特別是銅也有關係。

基質中的銅高度富集時, 顯然會造成植物生長不利的條件。例如在哈薩克斯坦和北羅德西亞的銅礦區, 完全沒有植被。因此在周圍植被的背景上形成這種荒涼區域是銅的普查標志 (瓦西爾耶夫, 1933)。

在南非和烏拉爾, 根據完全沒有植被的岩層, 可以找到含鉑的岩層的露頭 (林斯托夫, 1929; 布魯丁, 1948)。

在新喀利多尼亞含鐵豐富的岩層上: 有某幾種植物: *Damm-*

ara ovata, *Eutassa intermedia*、喀利多尼亞淚杉 (*Dacrydium caldonicum*) (李約利斯, 1861)。馬加克揚 (А. К. Магакьян) 在論述亞美尼亞植被的專門論文中，曾經指出含鐵基質的植被和石灰岩、沉積岩、以及沒有礦化的火山岩上的植被有相當大的差異 (馬加克揚, 1941)。地質學家奧索斯科夫曾廣泛利用植被作為查蘇爾森林區域的下白堊紀含鐵岩層的標志，並且利用這種標志繪制了該種岩層的分布圖 (奧索斯科夫, 1896)。

土壤中鐵高度富集時，勢必對植物有害，並且使它們不可能生存。例如在意大利含鐵的閃鋅礦和黃鐵礦區，有很大的面積一般沒有植物群 (夫朗-夫蘭國特, 1928, 162頁)。

已經知道整個低等植物的類型——鐵細菌，其中也有一些土壤微生物，只存在含鐵豐富的环境中 (維諾格拉多夫, 1952; 莫利什, 1910)。最後，某些藻類對鐵有非常明顯的反應，烏斯品斯基確定了几種，不只是能決定水中含鐵而且能指示其中含鐵程度的標準有機物。

当环境中鐵過度富集時，見到藻類有一定形態的變化，出現非常大亮綠色的細胞，這是由於鐵的毒害，破壞了它的分裂繁殖的緣故 (烏斯品斯基, 1925)。

克魯什曾經指出在波希米亞，七瓣蓮 (*Trientalis europaea*) 是含錫岩層的標志 (克魯什, 1914)。

在芒塔納州 (美國)，根據植物 *Eryogonum ovalifolium* 的分布，發現了銀礦床 (林斯托夫, 1929)。

在文獻中，關於植物群和鉛的聯繫有一系列的指示；可惜，它們只是一般性談話，並無具體內容。在鉛豐富的地區，有某些特殊發達的草類 (費爾斯曼, 1939)。在美國所謂“鉛草”的植物發現在鉛礦附近 (布魯丁, 1948)。在一系列植物的灰份中知道有鉛。作為富集鉛的植物 (Концентратор) 的“鉛草”，灰份中含鉛達 1 - 3 % (特卡利奇, 1938, 15頁)。在采楚爾 (М.

Н. Цецур) 研究硝酸鉛对向日葵的發育和收穫的影响實驗中, 闡明了少量富集的鉛能夠提高种子萌發的能力, 当高度富集时却又能够阻止种子的萌發, 起着毒害作用。这些事实在稍早的时候, 列依加尔德 (А. В. Рейнгард) 也曾指出过 (采楚尔, 1948)。

屬於所謂“錳植物种屬”的有在植物体内能累積相当多的錳和喜欢生長在富含这种元素的基質上的植物: 毛地黄 (*Digitalis purpurea*) (烏斯品斯基, 1915), 四角菱 (*Trapa natans*) 佐斯捷拉 (*Zostera nana*) 和紅藻 (*Fucus vesiculosus*) (馬柳加, 1947)。在这些植物之中, 錳的含量相当大: 7.9—9.02%。*Carex hirta* 顯然也是富集錳的植物 (維爾納德斯基, 1934)。

在北美西部各州的某些地区, 產生整个“硒”的生物化学的岩区, 以發育在含硒的白堊紀沉積上的富含硒的土壤为其特征, 并且其上存在特殊的植被。調查証明在生長含硒土壤上的植物之間, 有在它們的体内累積大量硒的植物, 在一公斤干物質之中累積的硒达1250毫克, 甚至达5560毫克。但是生長在这里的其他植物則含硒只有3—45毫克/公斤。前一类植物 (*Oenopsis*, *Astragalus*等) 照例只發現在含硒丰富的土壤上, 所以可以作为含硒基岩的指示植物 (巴茨, 1935; 斯塔依尔斯, 1949)。

維諾格拉多夫曾經指出鋰的植物种屬 [唐松草屬——*Thalictrum*等] 硫磺植物种屬以及“鋁的植物种屬” [石榴屬 (*Lycopodiales*) 杜鵑科 (*Ericaceae*) 等] 的分布是和含有丰富的相当的元素的基質有关。他也曾指出在火山区域的磐石湖的磚紅壤上, 植物种屬發生变化。維諾格拉多夫对某些礦床上的植被作的观察特別有意义。他寫道: “当我們在南烏拉尔的銅、鉻、鎳和鋅的礦区、工作时, 在这些地区的土壤中散布有这些元素的区域, 發現植物种屬的組成, 有机体的形态特征有許多变化并且植物中这些元素的含量有些提高” (維諾格拉多夫, 1952, 19頁)。

土壤中某种金屬过多时, 往往引起植物的外貌和發育節奏有

相当大而很明顯的变化。植物这些代表性的变化以及特有的髻氏病顯然可能作为有某种金屬存在的标志。例如，由于錳的影响，植物外貌發生強烈的变化。应用錳鹽或錳礦提煉廢物作为壳物和菜蔬的肥料时，可使收穫量增加几倍（哈里澤夫，1934），而且，以錳培养过的植物，它有相当大的軀体和發育茂盛的营养体。顯然，这些現象不只發生在農業条件下。在錳礦工作的地質学家也曾收集一些含錳基質上植物外貌的特殊性的材料（維爾納德斯基，1934，309 頁）。

最后，土壤中追加錳时，可能加深石松屬和紫菀屬的顏色，改变扁桃花冠的顏色，由白色变为粉紅色。其他元素也可能引起花的顏色和外貌發生这种变化。当土壤中加入鋁-銨明礬或鉄鹽以后，粉紅色綉球花变为天藍色，当土壤中鋅过多时，某些植物的叶子和花的形态能發生变化，并且花的顏色变为強烈的黄色和紅色。園工將銅屑加入土壤中可使玫瑰花帶有天藍色。

巴集列夫斯卡雅（Н. А. Базилевская）关于由于一系列元素（錳、鋅、銅、鋁和其他元素）的影响引起花的顏色的变化的研究有很大的意义。她确定由于每种金屬的影响，实验的植物出現一定色調的色彩范围；例如土壤中有鋅鹽时，經常使花的花冠顏色变为檸檬黃等等。也見到叶子顏色的变異：由于硼的影响，叶子变为暗綠色，錳的影响，变为淡綠色，銅的影响，叶子变为很淡的顏色，几乎成为灰藍色。在用硫酸銅作的实验中，見到出現植物的矮小类型（只有通常軀体的一半大）。

当同时加入几种金屬鹽时，也經常見到花的顏色的变化，但是將各种元素分別進行实验时，却見到另一种变态（巴集列夫斯卡雅，西比列娃，1950）。

当土壤某种金屬过多或不足时，植物往往發展为特有的髻氏病。已經知道植物的髻氏病是由錳过多所引起（維諾格拉多夫，1952）。鳳梨失綠病即是一例。当灌溉水中硼过多时，柑橘叶子

會發生脫落的現象（普里亞尼什尼科夫，1940）。鎳過多時，會引起植物特有的疾病，馬柳加在南烏拉爾鎳礦區就見到這種現象（馬柳加，1950）。

介紹文獻中的材料當然遠不夠完全。但是由援引的材料當中已經可以證明：業已累積了相當多的觀察，指出可能建立普查金屬礦的補助的地植物學法，即利用整個植被植物群落或個別植物種作為有用礦物的普查標志的方法。

根據植被普查有用礦物的另一條途徑是生物化學的方法。

現在完全証實，幾乎沒有一種元素，甚至包括最稀有元素在內，不能在这一或另一植物灰份中發現的。因而單單根據植物灰份中有这一或另一元素決不能作出这里有這種礦床的結論；首先必須計算出它們數量上的對比關係。植物灰份的化學組成是非常一定的，可以作為屬、種系統上的標志。這種一定的化學組成隨着土壤中元素含量的集中而可能有相當大的變化。

生長在金屬礦周圍的絕大多數植物，發現它們灰份中某種金屬的含量多多少少有所提高。根據植物的灰份，可能劃出如果不是礦床本身、那末也是礦化岩層風化產物分布範圍的輪廓。不過，不同植物種是按不同比例由土壤中吸收元素的。這樣的植物能在體內累積某種元素達到相當的數量。生長在奧斯拉納（斯洛伐克）含金 $2.10-5.10^{-2}\%$ 的安山岩的土壤上的玉米粒的灰份中，發現單位干物質中含金為 $6.3 \times 10^{-3}\%$ 沼澤木賊（*Equisetum palustre*）灰份中含金為 $6.3 \times 10^{-2}\%$ 問荊（*E. arvense*）含 $6.3 \times 10^{-3}\%$ 。有趣的是：岩層中金的工業含量才可過 $2 \times 10^{-3}\%$ （基爾薩諾夫，1936）。

上面已經說過，發育在北美的含硒土壤上的某些黃耆屬的灰份中硒的含量提高。這些黃耆屬不只是累積了硒，而且在它的分布上只和含硒土壤相聯系。

蕎麥（Птичья гречиха）是富集銅的植物，豌豆是富集硼的，

也知道还有一些其他植物也是富集某种元素的植物。

首先企圖利用植物灰份的組成作为普查金屬礦的标志是阿列克山德罗夫(費尔斯曼, 1931), 他研究費尔干納的鎢礦时, 發現植物灰份中鈾和釷的含量提高。

布隆丁和巴尔姆克維斯特根据植物叶子的灰份中的金、鈳、鉬、錫及某些其他元素的含量, 在瑞典北部泰加林区尋找到这些金屬的礦床(費尔斯曼, 1939)。

特卡利奇拟定过普查礦床的灰份法, 在方法上弄得最完备。所以我們將他的研究作較詳細的敘述。“垂直于含礦帶或岩系的推断走向划分相距 25—250 米的普查綫。在这些綫上, 每經過 25—100 米, 采集屬於一种、在該礦床上分布最广的一种的植物的叶子(达10克)”(特卡利奇, 1952, 663頁)。在叶子灰份分析的結果中, 將欲尋找的金屬的含量填在平面圖上; 繪出金屬富集度的等值綫。这样就可以找出欲尋找的金屬分布的范围。并且可評定它在調查区域的不同部分的相对含量。特卡利奇利用这些方法划出了烏納中毒砂礦床的輪廓。根据特卡利奇的意見, 以生物化学方法來普查金屬礦时, 应当特別注意植物灰份中鉄的含量, 特別在厚的冲積層区。这由于在疏松冲積的表層中, 鉄比其他金屬易于形成溶于水的化合物并且可为植物大量吸收。

1938年特卡利奇曾利用拂子茅屬(*Calamagrostis*)的叶子, 1952年曾利用樺樹(*Betula verrucosa*)的叶子和西伯利亞冷杉(*Abies sibirica*)的針叶(特卡利奇, 1938, 1952)作过灰份的分析。特卡利奇(1953)發展了这种思想: 根据植物灰份中鉄的含量不只是可以判断含鉄的岩層, 而且也可以判定某些其他富含硫化物的岩層。灰份分析証明: 生長在金屬礦上植物中鉄的含量平均比生長在金屬礦范围之外的植物大 4.7 倍。

鉄通常存在于多金屬礦和硫化物的礦床中, 在氧化帶形成可溶于水并为植物吸收的化合物。它是植物生命活动必需的元素, 它

在植物体内往往可能累积很大的数量。叶子灰份中的铜和铁的比值证明，只根据铁的含量就可能作出硫化物矿床的地指示作用的范围。“确定了生长在一个铜浸染矿上的桦树叶子灰份中铁的含量，就可精确确定这矿床带的界线，并可解决和金属矿床有关的其他问题”……“确定了植物叶子灰份中铁的含量也可以确定这些植物生长其上的岩层中这些元素的相对富集度，并可作出有关在冲积层超复下的该岩层分布的结论”（特卡利奇，1953，94页）。根据特卡利奇的意見，当金属矿床上冲积层厚达5米时，植物灰份可以有指示作用（特卡利奇，1952，1953）。作者认为铁的生物化学方法的优点在于在野外条件下分析铁，与分析稀有元素和分散元素的复杂性相比较，则比较容易进行。

近年屡次企图利用指示金属矿床的生物化学方法。

馬柳加研究新阿克爾曼諾夫的鈷礦和鎳礦時，曾作出下列結論：“土壤和植物中鎳和鈷的富集度应当決定于鎳礦和鈷礦的富集度，并且它們是這些金屬礦的普查標志”。根據他的意見，利用這種方法可劃出距表層不深的礦床（達20—30米）的輪廓（馬柳加，1947）。

在簡要報導的結語中，我們還要提出關於在英屬哥倫比亞的關於普查銅、鋅、硼、錳和鎂（後者和金屬礦體相結合）的几本著作。這些著作的作者利用喬木的樹皮、枝條和葉子作為灰份分析的材料。他們得出結論：利用葉子和幼枝有良好的結果，而且利用調查地區廣泛分布的深根系統的喬木比較方便（例如柳）。在礦床上的樹葉中發現鋅的含量相當于它範圍之外的3倍，銅相當于5—200倍。作者認為這種方法很適合于在冰川復蓋層掩蓋的區域普查銅礦，用來普查鋅礦則比較差（華倫，1947，1949，1950）。近來出版論述應用灰份方法普查有用金屬礦的問題，有齊先、蘭坎、哈爾色格特和巴比奇卡以及其他的著作（斯米爾諾夫，1954）。

費爾斯曼認為生物化學方法，對探勘某些金屬礦床是非常有意義的，而且有前途的，並且有很大的實際的作用（費爾斯曼，1939）。

茲將特卡利奇（1952）普查有用礦物的生物方法的分類稍加修改，可分為下列類型：

I、“直接”指示作用方法

1. 植物方法。

a. 利用“萬能指示植物”；

b. 利用“地方性指示植物”；

B. 利用植物外貌及其發育上的各種變化。

2. 生物化學方法。

II、“間接”指示作用方法。

現在我們將上述普查金屬礦的每一種方法分別作簡要的說明。

先從“萬能指示植物”的方法說起。“萬能指示植物”可以理解為這樣一些植物，它們在分布上只和一定礦化的岩層與土壤有聯繫，在其他條件下，不能生長。

首先，存在富含鋅的岩層上的異極礦堇菜和異極礦薺蕒、生長在含硒土壤的黃薺屬的某些種和生長在富含銅的基質上的某些苔蘚等應該屬於這一種指示植物。自然，這是最明顯的指示植物，但是利用它們來尋找有用礦物時會碰到系列困難，其中最主要的困難是：已經查明為“萬能指示植物”的植物數量很少，並且其中某些分布有限。制定這種方法的首要任務在於對比不同種的指示作用的材料，來擴大萬能指示植物的數量。

“地方性指示植物”的方法是利用通常廣泛分布的植物，在某些地方性條件下，它們可以作為一定屬性的岩層和土壤的指示植物。

七瓣蓮（*Trientalis europaeae*）可作為例子，在蘇聯，它分

布相当广泛并且生長在森林区、主要在暗針叶（冷杉—云杉—雪松）森林中；根据克鲁什（1914）的指示，在波希米亞它是含錫岩層的标志。

本文作者在阿尔泰礦区進行工作时，曾經查明金屬礦的一些“地方性指示植物”。我們認為这样的工作，应当从已經知道但尽可能是还没有开采或不久以前才开采的礦床开始，那里自然植被沒有受到很大的破坏。

調查的最初步驟在于詳細研究整个調查地段的植被的种屬組成，对比礦化帶和位于礦床之外地段的整个植物种屬表，比較种屬出現率和相同度系数。

應該將生态相同的十分大的地段進行比較。当在山地工作时，下列这样条件同样具有很大的作用，如地段的絕對高度，在地形的位置、斜坡的坡向和坡度及其相联系的坡積層的厚度、水份情况以及影响植被性質和决定它的种屬組成的其他因素。

已經查明，在金屬礦床的周圍和礦坑中的礦化岩層廢石堆上往往發現有絲石竹屬一种（*Gypsophila patrinii*）。研究这种植物的生态，首先应当闡明該种分布和礦化岩層是否有联系，并且要找出基質礦化是否是这种生長絕對必須的条件。为此曾在50方公里的面積內進行过詳細的植被調查并編制被調查种的分布圖。曾進行路綫調查确定了該种（它占优势的社会、單独植株的分布等等）發育的所有地段。將作出的圖和已知有礦藏的圖、以及基岩和坡積層的金屬样品試驗圖加以結合。这样做就大約可以解决調查的基本問題。在具有該种参与的植被的每一样地，進行了植被物群的詳細描述，找出生長在这里的所有植物种，并按照德魯德标准求出它們的多度、投影蓋度、高度、生活強度和物候狀況。須特別注意一般外貌（*habitus*）花和叶子的顏色以及开花的时间 and 性質等等。

描述須沿着切过該种叢生的地段的剖面進行，同时要考慮到

能闡明作为指示植物的植被和種的變化的性質，特別要闡明隨着距“最大礦化帶”的遠近的植被和種的變化的性質，（最大礦化帶往往是強烈礦化岩層的露頭，植物種即由此隨着露頭基岩的風化物質，沿斜坡往下“散布”）。將剖面各部分的絲石竹屬一種的情況和坡積層或基岩的金屬的與化學的取樣材料加以對比，表明當坡積層或基岩中金屬富集度不同時，指示植物種由于營養體的發展、開花的時期、葉子莖和秋色出現的時間與性質的不同，因而有不同的外貌。

要明晰回答被研究的種和礦化岩層聯繫的問題，必須在這種指示植物發育的所有地段，進行金屬量測量的取樣。同時應當進行根置層的坡積層取樣，如果有可能也應該同時作基岩的取樣。有時指示植物孤獨的植株出現在這樣地段，按照整個標志應當是沒有礦化的區域。不過詳細觀察其下的基岩，經常可發現有地方性的礦化作用（孔雀石的復膜）或者有另一些礦化不夠顯著的痕跡。

如果將一指示植物種分布圖和坡積層金屬量測量取樣圖加以對比，並且沿着切過指示植物叢的斑點的剖面上的坡積層進行採樣，則可求出該種接近礦化區域的間距。指示植物種生長其上的礦化岩層的組成的性質的問題有重大意義。要答復這個問題，須對坡積層作化學和礦物分析。

由于這些工作，就闡明了該指示植物種在它的分布上和代表一定礦化值和組成的岩層的聯繫。在圖1上，表示在面積50平方米不大的樣地上指示植物的分布和岩層礦化作用的依存關係。由圖中明顯看出該樣地上的指示植物分布是不均勻的：位於北部的樣方沒有指示植物（這裡，多金屬總的富集度最大——1.003%，銅0.3—1.0%）；沿斜坡向下，特別沿着小的排水溝，形成發育茂盛的絲石竹屬一種（*Качим*）的植物帶，這裡構成了完整的植被（多金屬的富集度為0.10%，銅為0.3—0.1%）；在斜坡下部為這種植物矮生的植株個別參與的禾本科—雜草植被（多金屬

的富集度为0.004%，銅为0.003%），最后，在石絲竹屬一种分布的地段的范围之外，距它边缘1.5米处，由露头岩層的光譜分析証明了金屬只有微小的含量，为0.001%。

該植物种和礦化岩層相联系的事实的本身还不能夠說明利用它作为这些岩層标志的可能性和合理性。所以必須从各方面來研究它的生長地的生态特征。研究指示植物和岩層的岩石組成的关系是一个重要問題。如果指示植物遍布于許多岩層上，那末利

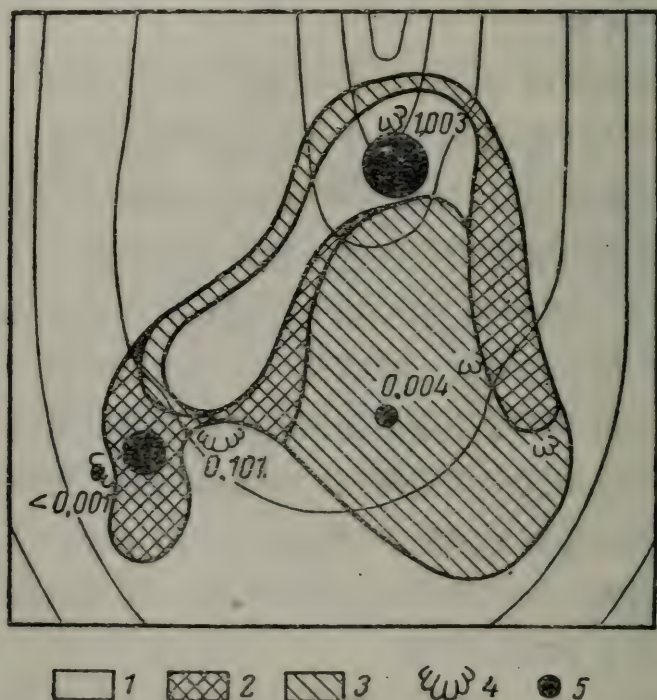


圖 1. 絲石竹屬一种 (Качим) 的分布和基岩礦化作用的依存关系的圖式

1—沒有絲石竹屬一种的地段：2—石絲竹屬發育茂盛一种的植被：3—少数矮生石絲竹屬一种参与的社会：4—酸性噴出的凝灰岩的露头：5—基岩中多金屬的含量(%)

用它來進行普查的实际性就大大减小。研究指示植物的及其包括在組成中的这些群落的分布区也是很大的問題。为了要找出該种有指示作用的可能性研究这项問題是必須的。十分明顯，某植物种的分布区不大并且只适应于很窄的条件范围（只容許在岩石或

碎石地段生長的)，那它的指示作用是極小的。也必須从各方面研究指示植物在形态上和生物上的發展，因为許多和正常类型有些差異的类型可以利用作为一定礦化条件的标志。例如，据我們調查，根据指示植物种的生活狀況和生长期大約可判断基岩的礦化的程度和組成部分的性質。

研究指示植物的灰份組成是值得注意的事情。根据我們研究指示植物灰份的光譜分析的初步資料知道，指示植物在它体内累積大量草种金屬，在个别情況下，灰分中这种金屬的含量等于或稍大于土壤中的含量，并大于和它共同生長的許多其他植物中的含量。在比較光譜分析的材料时，这点看得很明顯。

按照岩層的編號	植 物 名 称	銅的含量(%)
1.	石絲竹屬 (<i>Gypsophila patrinii</i>)	0.01—0.05
2.	溝叶羊茅 (<i>Festuca sulcata</i>)	0.001
3.	鳶尾屬 (<i>Iris ruthenica</i>)	0.005
4.	景天屬 (<i>Sedum hybridum</i>)	0.005

这些事实可作为指示植物和礦化岩層有联系的一个証明。

“地方性指示植物”的方法的重大缺点在于某一地区的一定植物或群落和一定岩層相关联的規律决不能搬用于另一个地区。

第三种方法是当土壤中某种金屬过多时利用植物出現各种形态和生物的变化的一种方法。我們以为这种方法最明确、最方便和最有前途。

上面已列举过这样变化的許多例子：由于一定金屬的影响，花的形态和顏色，花和叶的密度以及植物絨毛的性質和結实等均發生有代表性的变化。形态的变化可能非常大，以致引起特有種的形成（例如，通常黃堇菜在含鋅土壤上可轉变为異極礦堇菜等）。在進行这方面的調查工作时，應該特別注意某些科（菊

科、繖形花科、薔薇科等)的代表,它們在外界環境變化時,非常不穩定并最容易變化。

土壤中某種金屬過多或不足會破壞植物有機體中的生理過程的自然進程,可能在植物發育節奏上引起一定的變化,也可能是產生極特殊疾病的原因。這可能作為岩層中某種金屬含量提高的標志。

這個方法的方便之處在於已查明的規律顯然可以推廣到其他的地區去。

上面已經說過,生物化學方法是根據植物灰份中金屬含量來決定基岩的礦化程度。

根據植物灰份的分析和根據土壤中金屬量測量取樣的試驗求得的某種金屬分布範圍,相互之間經常很相符合(圖2)。

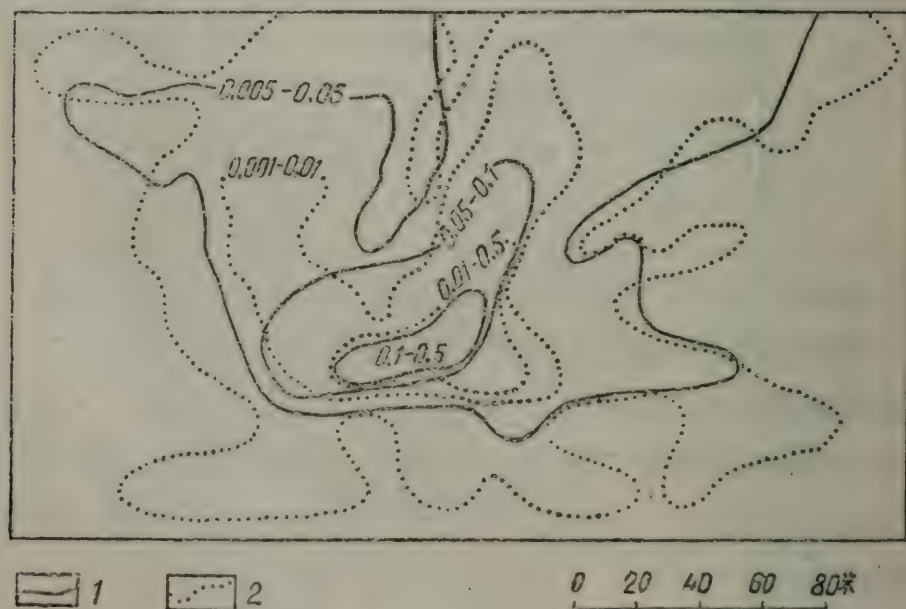


圖 2. 鉛礦化程度的分布圖式

鉛含量的等值綫: 1—土壤中的; 2—植物灰份中的

這點對強烈腐植質化的黑鈣土和類黑鈣土的土壤來說最為突出,大家知道,它們具有在腐植質層中累積主要是金屬的能力。在這樣情況下,利用生物化學方法來普查金屬礦,其優越性不會

大大越过金屬量測量方法。在灰化土、紅壤和某些其他类型的土壤中，金屬經常由土壤剖面上層淋失掉了（謝德列茨基，1947）。所以馬柳加推断“可見，灰化土不可能是鎳和鈷的标志（也不是某些其他金屬的标志——涅斯維泰洛娃）。不过生長在这些礦床上乔木的叶子顯然富集着重金屬，因而也可能是普查标志”（馬柳加，1947）。

当普查的金屬礦床为非常厚的疏松冲積層所复蓋，浸染狀的金屬礦物和它的破坏產物不出現在地表时，生物化学方法也是可能有不可估計的帮助。在这种情况下，土壤和礦砂的金屬量測量取样的試驗可能作出相反的标志，而深根系的乔木植物群却会标志出灰份中某种金屬含量的提高。此外，应用生物化学方法顯然适合于雨量很多地区，特別是地形強烈分割的地区。

当利用生物化学方法时，应当比較不同植物的同一部分的欲尋找金屬的含量。已經知道，多年生植物灰份中金屬的富集度大于一年生植物中金屬的富集度，某些植物根中的金屬的含量大于地上部分中的含量（波羅維克，等，1943）。用叶子作分析最为方便（特卡利奇、華倫）以乔木的幼枝進行分析也很好（華倫，1947）。

当利用生物化学方法时，必須估計植物吸收这一或另一金屬的選擇性。不同植物吸收不同元素的能力表現的程度不同。但是当大規模進行測量时，估計植物的選擇性在工作中有一定的困难。只有在每一个地点采取同一种植物种進行灰份的測定，那末在方法上会做得最正确，不过在相当大的面積当中，往往相当复雜的植被中要这样進行灰份的測定，不是經常可以办得到的。在这样的情况下，不得不設法將各个种的选择性加以平均，顯然应当采取一定样方（当取样網中等密度时，草本植物取1方米的样方，乔木取10方米的样方）中的各个植物种的混合物作为样品。

富集某种金屬的植物不是經常可以利用來作为該金屬的指示

植物。往往当岩層中某种金屬的富集度極小时，这样的植物累積着为它們生命活动所必需的金屬的数量大大高于土壤中的含量；此外，富集某金屬的植物可以極广泛地分布在礦床范围之外。例如玉米、沼澤木賊、問荊都有累積金的能力，蕭蓄有累積銅的能力等，不过，大家知道这些植物在銅礦和砂金范围之外也分布得很广泛。只有那些在分布上和富有某种金屬的土壤有緊密联系的富集某种金屬的植物才可能作为这些金屬的指示植物。*Oenothera* 和黃耆屬的某些种正是这样的指示植物，它們累積硒比和它們共同生長的所有其他植物大50倍，甚至大200倍，并且它們只生長在富含硒的土壤上。在另一方面，指示植物顯然不一定應該是富集某金屬的植物。在生命活动中不需要提高，某种金屬含量的植物，它可能对这种金屬的毒害性不敏感。这种情况特別表現在“地方性富集某金屬的植物”上。

最后，“間接指示植物”的方法是以植被指示金屬礦床的另一种方法，这也是十分可能的。在这种情况下，植被不是直接利用作为岩層礦化的标志，而是作为在調查地段含礦的岩層的标志。不过，本論文中我們不談这个方法，因为在本論文集的其他著作中有所分析。

由所有上述的情况中明顯地看到，提出的每一种指示作用的方法都有它的优点，同时也有一系列的缺点。

我們觉得根据指示植物來調查金屬礦床，必須由上述的各个方向去進行。在調查的开始階段，很复雜的是地球化学的問題，和不同金屬对植物的生理所起的作用的問題。

一种金屬对不同植物的作用顯然是不同的。同一种金屬由于它所处的化合物的不同，对植物的作用也会不一样。金屬可溶性的化合物大体是較活躍的、即較易为植物所吸收。

几种金屬分別地对植物所起作用可能和它們混合物对植物所起的作用不同。巴集列夫斯基的實驗已經証明了这点，他确定，

在营养环境中，同时加入硫酸銅和硼酸和分別加入这些元素的实验相比較，則發現花的顏色变成另一种形态。土壤中，存在某种元素和它在土壤中的富集度可能决定植物由土壤中吸收其他元素的程度。如赫尔德 - 卡列尔 (Херд-Каррер) 确定，当有硫时植物只吸收少量鋁，土壤中硫的富集度愈大，則吸收鋁的数量愈小。因此，黃耆屬是含鋁的土壤上的特有的富集鋁的植物，但当土壤中有硫时，則它灰份中可能只含極少量的鋁 (赫尔德 - 卡列尔, 1934, 1935)。

最后，一种金屬对植物的毒害作用，当有其他金屬存在时，这种作用可能减弱或者完全消失。如鋁可以减弱錳的毒害性 (維諾格拉多夫, 1950)，硼可稍为减弱錳和鋁的毒害性 (什科尔尼克, 1952) 鉄可使銅的毒害性完全消失 (什科尔尼克, 馬卡洛娃, 1950) 等。

当研究植被和金屬礦的联系时，應該嚴重地注意这种情况。

由此可見，利用植物标志來普查有用礦物的方法，虽說極有前途，但是也是十分复雜的，并且要制定这些方法獲得成效，那决定于地植学家、地質学家、地球化学学家、生理学家和其他相鄰專業的人士的共同綜合的工作。

参 考 文 献

- Базилевская Н. А., Сибирева З. П. Изменение окраски венчика у *Escholtzia* под влиянием микроэлементов. Тр. гл. бот. сада, вып. 6, 1950.
- Боровик С. А., Бергман Г. Г., Боровик-Романова Т. Ф. Данные о микроэлементах, содержащихся в кок-сагызе. АН СССР, т. XV, № 8, 1943.
- Брудин И. Д. Растения-геологи Вокруг света, № 1. Молодая Гвардия, 1948.
- Варминг Э. Распределение растений в зависимости от внешних условий. СПб., 1902.
- Васильев И. С. Курс методики разведочного дела. ОНТИ, 1933.
- Вернадский В. И. Очерки геохимии. Госгеонефтеиздат, 1934.
- Виноградов А. П. Основные закономерности в распределении микроэлементов между растениями и средой. Сб. «Микроэлементы в жизни растений и животных». АН СССР, 1952.
- Виноградов Х. Г. Молибден и его биологическая роль. Реферат, докл. на конф. по микроэл. АН СССР, 1950.
- Карпинский А. Могут ли живые растения быть указателем горных пород. Садоводство, № 3—4, 1841.
- Кернер А. Жизнь растений. СПб., 1903.
- Кирсанов А. А. О золоте и организмах. Природа № 5, 1936.
- Ломоносов М. В. О рудных местах и жилах и о приiske их. Госгеол-издат, 1949.
- Малюга Д. П. О почвах и растениях как поисковом признаке на металлы. Природа, № 6, 1947.
- Малюга Д. П. Об эндемическом заболевании растений в районах никелевых месторождений Южного Урала. Реферат. Докл. на конф. по микроэл. АН СССР, 1950.
- Малюга Д. П. Опыт применения почвенно-флористического метода разведки в условиях зауральской степной провинции. ДАН СССР, Нов. сер., т. LXXVI, № 2, 1951.
- Магакьян А. К. Растительность Армянской ССР, АН СССР, 1941.
- Ососков П. А. Распределение нижнемеловых железосодержащих пород в обл. Засурских лесов. Мат. к позн. геол. стр. Росс. Имп., 1896.
- Прянишников Д. Н. Агрохимия. Сельхозгиз, 1940.
- Седлецкий И. Д. Роль почвообразовательных процессов в геохимическом распределении меди. Природа № 5, 1947.
- Стайлс В. Микроэлементы в жизни растений и животных. ИЛ, 1949.
- Смирнов В. И. Методы геохимических поисков рудных месторождений. ИЛ, 1954.
- Се Сюэ-цзинь, Сюй Бай-Лян. *Elscholtzia haichowensis* S u n. — растение, указывающее на наличие меднорудных залежей. Реферат. Журнал, Геология и география, № 2, 1954.
- Ткалич С. М. Опыт исследования растительности в качестве индикаторов при геологических поисках и разведке. Вестник ДВФ АН СССР № 32(5), 1938.

Ткалич С. Д. Ботанические методы геологических исследований. Бот. журн. № 5, 1952.

Ткалич С. Д. Содержание железа в растениях как поисковый признак. Природа № 1, 1953.

Успенский Е. Е. Марганец в растениях. Журн. опытной агрономии, 16, 1915.

Успенский Е. Е. Железо как фактор распределения водорослей. Тр. Бот. ин-та, 1925.

Ферсман А. Е. Геохимические и минералогические методы поисков полезных ископаемых. АН СССР, 1939.

Хализев А. А. Химические стимуляторы. Сельхозгиз, 1934.

Цецур М. Н. Влияние бора и свинца на развитие и урожай подсолнечника. Научн. зап. Днепропетр. гор. ин-та т. 30, 1948.

Школьник М. Я. О физиологической роли микроэлементов у растений. Сб. «Микроэлементы в жизни раст. и жив.» АН СССР, 1952.

Школьник М. Я., Макарова Н. А. Об антагонизме бора и меди. ДАН СССР, 68, № 1, 1950.

Baily F. M. Queensland Flora. Melburn, 1889.

Beath O. A. Selenium in soils a vegetation. Wyo. Agr. Exp. St. Bull., 206, 1935.

Braun-Blanquet. Pflanzensoziologie Grundzüge der vegetationskunde. Berlin, 1928.

Krusch P. Die Lagerstätten d. nutzbaren Mineralien. Stuttgart, 1914.

Hurd-Karrer Annie M. Selenium injury to weath plants its inhibition by sulphur. J. Agric. Res., 49, 343—357, 1934.

Hurd-Karrer Annie M. Factors affecting from soils by plants. J. Agric. Res., 50, 413—427, 1935.

Le Jolis A. De l'influence chimique du terrain sur la dispersion de plantes. Paris, 1861.

Linstow O. Bodenzeitigende Pflanzen. Berlin, 1929.

Molisch H. Die Eisenbacterien. Jena, 1910.

Morton F. u. Gams H. Höhlenpflanzen. Speläol. Monogr. Wien, 1925.

Nevoile J. Flora d. Serpentinberg in Steiermarc. Acta. Soc. Scien. Nat. Moravicas, 3, 1926.

Spix u. Martius K. F. Reise in Brasilien. München, 1823—1828.

Warren H. V. and Howatson C. H. — Biogeochemical Prospecting for Copper and Zinc. Bull. of Geol. Soc. Amer. vol. 58, N 9, Sept. 1947.

Warren H. V. and Delavault P. E. Surther studies in biogeochemistry. Bull. Geol. Soc. An Y. vol. 60, No 3, 1949.

Warren H. V. and Delavault P. E. A history of biogeochemical investigations in British Columbia. Canad. Min and Metall Bull. vol. 43, No 458, pp. 340—350, 1950.

Warren H. V. and Delavault P. E. Gold and silver content of some trees and hor setails in British Columbia. Bull. Geol. Soc. Amer. vol. 61, No 2, pp. 123—126, 1950.

普查硼資源时的地植物調查法

布雅洛夫 (Н. И. Буялов) 和

什維里亞耶娃 (А. М. Швыряева)

普查硼的問題是一个首要和必需最迅速解決的問題。普查新的硼礦的必要性不只是由于工業上需要大量硼的原料，而且在農業上特別是由于开垦的处女地和沒有利用的土地需要硼的数量正在增大。

進行野外工作的正确方法首先影响地質調查的成績和它結果的成效。要獲得最大量的材料，地質普查应当和其他調查工作綜合來進行。其中最重要的是地球化学和地植物的調查。

本文作者于1954年曾進行过 和普查硼礦相 联系的地植物調查；茲將这次調查的主要結果叙述于文中。

擺在地植物学家面前的基本任务在于闡明利用植被普查硼礦的可能性。

一直到現在，尚不知道有任何一种硼的地植物的普查标志，不过許多文献材料証实，在实验条件下，硼对植物有強烈生理的影响，那末可以推断，确定这样的标志是可能的。

近年調查証实，硼是植物必須的营养元素。硼和其他礦物質营养元素相互作用时，影响植物一般發育，提高組織中的物質的新陈代謝。由硼对植物影响的实验的結果中，發現硼能提高農作物的收穫量同时可改善它的品質。所以現在，硼肥应用于農業提高農作物的收穫量已經獲得成效。但是植物正常發育，只需要非常小量的硼。土壤中可吸收的硼不夠或者过多时会破坏植物有机体中生理过程的自然進程，并引起植物这一或另一病害。已有大量

科学著作論述硼对植物影响和应用它作为肥料的方法（什科尔尼克，1950；維諾格拉多夫，1952；卡塔雷莫夫，1949，波布科，1938等）。

不过，直到現在，可能利用植被作为土壤中含硼的标志的問題誰也沒有提到过。但是植被和生長地条件，主要和土壤鹽份情况的緊密联系以及硼对植物的強烈的生理作用，使我們有理由提出可能利用植被作为含硼岩層的标志的問題。

已經知道，土壤中硼的含量决定于它在母岩中的含量。无数实验也曾确定，受硼影响的植物發生一系列形态和解剖上的变化。因而，根据植被决定土壤中硼的含量提高，在理論上是可能的。

为了解决这个任务，必須研究已經知道有硼礦的礦床上的植被，其目的在于闡明由于硼的影响植物所發生的变化。

在硼礦上可以由三方面來進行地植物調查：

1. 尋找可作为硼的直接标志的植物：
2. 闡明可能利用作为土壤中硼的含量提高的直接标志的植物特征（变化）；
3. 研究可能利用植被作为含硼岩層的間接标志。

由于硼的影响，植物發生形态上和解剖上的变化，利用这种变化來闡明作为硼的直接指示植物——标志植物。至于談到硼的間接指示植物，那末調查材料是基于利用植被作为含硼礦的岩石或地層差異的标志。

作为含硼的直接指示植物。因为硼礦有不同的化学組成，而硼在不同化合物中对植物起着不同的作用，所以应按礦床类型分別地研究植被。

我們曾調查这样硼礦类型，‘它存在裂开的巨大鹽丘的石膏（“石質的”）帽上，鹽丘在地表上表現得很明顯。石質帽的复蓋層的特征是岩石組成相当复雜；它包含着雜色粘土質石膏，并

且夾有灰綠色的粘土間層；有的地方還發現硬石膏和石灰石的間層。這種石膏帽的總厚度在50—80米範圍內變化。這些岩層整個表面復蓋着粘壤土，有的地方裸露；它們的厚度平均不超過6米。調查的隆起區域的表面強烈發育着喀斯特現象。

上述隆起上面所有已經知道的硼礦都存在于石膏帽上，主要存在于石膏帽的灰綠色的粘土層中。

研究礦床上的植被證明，在露天采礦場和新鮮的廢石堆上沒有植被。不過在較老和淋溶較久的廢石堆上以及廢石堆之間却見到植物群發育得很茂盛，顯然，這由于從疏松廢石堆中淋溶的硼已到達能刺激植物生長和發育的這樣的富集度。根據光譜分析的材料，在老的廢石堆上硼的含量為0.01%。

對礦床上植物的形態結構作的觀察的結果中，發現當土壤中硼的富集度很小時植物軀體增大：植株高度超過正常大小1—2倍；此外，小灌木直徑增大，並且由于兩旁分枝加強形成球狀類型。植物有較大而較艷麗的葉片，並且夏季在周圍枯黃的植被的背景上仍然有鮮艷的顏色。如伏地膚 (*Kochia prostrata* Schrad) 在老廢石堆上通常構成密而多莖的小灌木，高80—90厘米，直徑60—70厘米，並且絨毛很多。

為了確定硼對植物的作用和影響，我們曾在硼礦區之外選定了幾個岩層中實際上沒有硼的對照樣地。在這些樣地的範圍內，確定伏地膚高為20—25厘米，直徑為15—20厘米，並且絨毛較少。

在廢石堆上，白蒿 (*Arcemisia Lercheana* Web.) 構成密而多莖的植株，高50厘米，直徑30—40厘米。白蒿的個別植株有60—80個莖。此外，植物有大量發生的嫩枝、大的花序和大量花；但是它為鮮明的綠灰色，因此在植被總的背景上顯得特別突出。

在對照樣地上，白蒿高10—20厘米，直徑20厘米。發生的嫩枝發育很微弱，並且數量很少。

在礦化岩層的廢石堆上，也見到一系列其他的植物，它的軀體有這樣增大的現象，這些植物是：無葉帽藜（*Anabasis aphylla*）
 伏若（*Eurotia ceratoides* C. M. A.）半灌木礫松（*Limonium suffruticosum* Ktze）和許多豬毛菜等，

礦床上物候的觀察表明：在礦化岩層的老廢石堆上植物開花比周圍的區域要早，並且它經過發育週期也快得多。

在老廢石堆上，所有上述的植物發育的特征，已經為許多關於少量硼對植物起着有益影響的文獻材料所證明。

在較新的廢石堆上硼的富集度很高，（0.1%），使植物受到抑制，成為畸形的類型，或者遭受病害。例如見到許多植物，它們的生長點受到抑制，引起莖的頂端分枝加強或者其上形成許多葉的輪生體。伏若、許多豬毛菜、假木賊等就發現有這樣生長點受抑制的現象。

在水方硼石礦床上義明蠅藜（*Anabasis salsa* Benth.）形成大而強烈的平展類型，節間特別短縮，因此，植物具有特別畸形的形態。海蓬子和一系列其他豬毛菜也發現它們的器官有畸形的現象（圖1）。

此外，我們發現，在含硼的紅棕色的粘土上，許多植物具有葡萄的類型，但是在通常條件下，它們不會形成這樣的類型（伏若、伏地膚、半灌木礫松和一系列其他植物）。

在硼的含量提高的岩層上的植物除開上述的變化以外具有很強烈的絨毛。例如在廢石堆上的多毛豬毛菜（*Salsola lanata* Pall.）有非常強烈的銀灰色絨毛，以致辨別不出來它的本來面目。

在硼含量提高的地段上，見到某些植物開始葉子變黃，以後完全脫落。此外，在上述地段發現植物有成癭加強的現象。這種情況證明，由於硼的含量提高的影響，植物一般變弱，因此，它們相當容易遭受病害。我們見到波塔什尼克〔*Kalidium caspicum* (L.) Ung. Sternb.〕冬飼豬毛菜（*Salsola laricina* Pall.）和蒿

屬 (*Artemisia Lercheana* Web.)有成癭加強的現象。多毛豬毛菜 (*Salsola lanata* Pall.)在廢石堆上發生根頸腐爛病, 并且沒有完成它的發育週期, 就已經死亡。

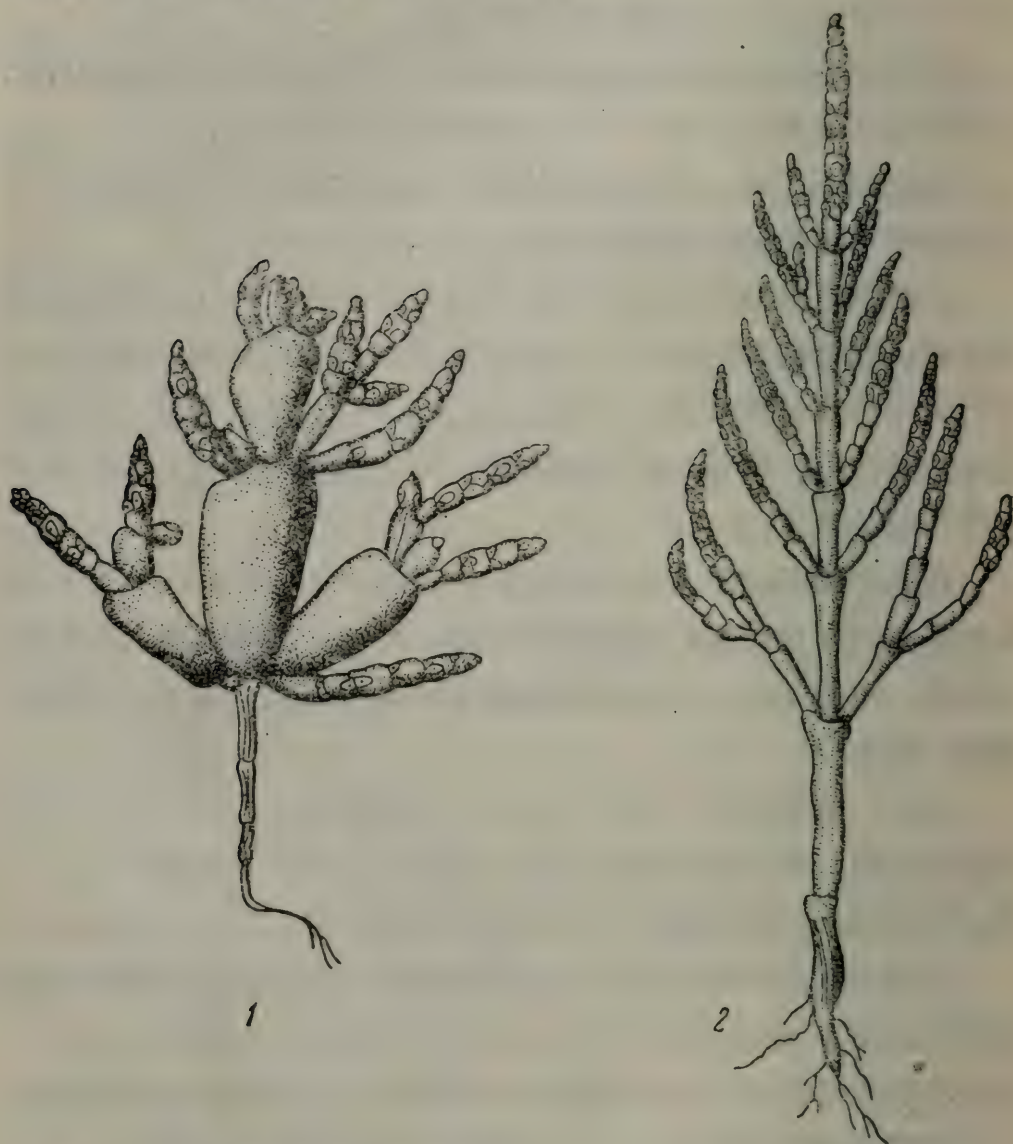


圖 1. 由于在硼的影响, 海蓬子 (*Salicornia herbacea* L.)的形态变化
1—在硼含量提高的底土上的海蓬子; 2—实际上沒有含硼的对照样地的海蓬子

已經指出在新廢石堆和露天开采場上完全沒有植被。只見到多毛豬毛菜 (*Salsola lanata* Pall.)或半灌木磯松的一些孤独的

植株。在新廢石堆和露天开采場上沒有植物群是由于高量硼对植物有致命的作用。所以所謂“光头”，即沒有植被的地段可作为硼的一个普查标志，地質学家普查硼时，利用这种标志曾經獲得成效。这样地段發現在硼酸鹽接近地表的地方。不过，利用这种标志时应当注意，有时在很強烈的硫酸鹽的鹽漬化的地段也形成“光头”。同时甚至在这样地段上，我們也發現过植物——鹼猪毛菜，它們能生長在純粹的鈉硼解石上，能忍受硼的最大富集度，不过要受到強烈的抑制。

此外，在鈉硼解石礦床上还發現半灌木磯松、多毛猪毛菜、佛蘭堪尼亞（*Франкення*）（在壯年期，高不超过3—5厘米），它們受到強烈的抑制。

闡明作为硼的直接标志的植物的調查暂时还没有得到良好的結果。因此，我們須特別注意关于可能利用作为含硼岩層的間接标志的植物群落的調查。提出这样調查的根据在于植物群落在分布上和岩石組成中含一定程度的硼的岩層有联系。例如，在被調查的礦床上，硼礦因混合物的質的組成不同而可分为石膏礦，粘土礦和碳酸鹽礦等种。这些礦的每一类型和一定硼礦相結合。

上面已經談过的包含在石膏帽中的硼礦被掩蓋在粘壤土之下。要闡明这些礦体，地質学家有很大困难，因为在絕大多數情況下，它們形成个别的不大的透鏡体，要發現这种礦体需要進行区域的全面采样工作。

根据地植物标志可能相当容易找出上述硼礦分布的地区，因为植被能明晰地反映出岩層的岩石組成以及底土鹽漬化的性質和程度。地植物調查曾經查明在粘土礦分布的地区，以白蒿群落（*Artemisia Lercheana* Web.）和义明蜚藜（*Anabasis salsa* Benth）群落的綜合体占优势。在碳酸鹽礦上的植被的特征为有优若（*Eurotia ceratoides* C A M.）、沙漠冰草（*Agropyrum*

desertorum) 和禾本科参与的白蒿群落; 最后, 在石膏礦上植被由大戟屬(*Euphorbia* sp.) 和蘿蔔屬一種(*Scabiosa isotensis* L.) 群落所組成。

从調查区域的礦床分布和植被性質的觀察的結果中, 已經可以找出礦床趋向鹽漬化的隆起地段的一般規律。上述地段在无叶蜆藜-白蒿群落总的背景上以白蒿群落和义明蜆藜群落的綜合体作为标志。某些礦床例如鈉硼解石明顯存在最大鹽漬化地段, 并且以猪毛菜植被作为标志。我們將其稍詳述于下。

往往鈉硼解石礦床位于区域的最低部分, 接近潛水的水位。含有鈉硼解石的岩層通常是灰綠色或灰棕色的含石膏的粘土層。

由于潛水接近地表和空气干燥, 含硼的溶液發生強烈上升, 并且由于蒸發, 表層中硼的濃度強烈增大。結果, 在表面形成整層的鈉硼解石的疏松鹽土。

鈉硼解石鹽土的中央部分的植被是由鹼猪毛菜 (*Salsola nitraria* Pall.) 群落所組成。猪毛菜有受过極端抑制的外貌; 开花的植株高不过 8 厘米, 猪毛菜植株的主要部分高为 3—5 厘米。沿着鈉硼解石埋藏在某一深度的鹽土的邊緣, 植被是由半灌木礫松 (*Limonium suffruticosum* Ktze.) 群落所組成。可見, 在植物群总的背景上, 由猪毛菜叢就可以良好地指出上述鈉硼解石的礦床。

含水方硼石礦的岩層是灰綠色或紅棕色粘土, 在这种礦床和礦化岩層的廢石堆上我們也發現半灌木礫松。在其他类型的礦床上, 却沒有發現上述植物。

因此, 在我們所研究的地区中, 鹼猪毛菜和半灌木礫松只發現在灰綠色和灰棕色的粘土的露头上, 它們在被調查的礦床上是含硼的。所以在被調查的礦床上的鹼猪毛菜 (*Salsola nitraria* Pall.) 和半灌木礫松 (*Limonium suffruticosum* Ktze) 可以推荐作为含硼粘土的間接标志, 这些广泛分布的植物是強烈鹽漬化

的粘土的标志。大家知道，粘土含鹽相也是含硼的。因此，在預測含硼的礦床和区域中的礫松和鹼猪毛菜可作为指示含硼粘土的标志，而不是硼的指示植物。

硼鎂石礦床的地植物調查表明，在絕大多數情況下，它們的植被按照植物種屬的組成和周圍的植物沒有區別，但是在植物發育的程度上却有某些差異。蒿和其他植物在硼鎂礦床上發育良好并有鮮麗的灰綠色。該種情況顯然是由于硼對植物影響的程度決定于硼酸鹽的化學組成、溶解度以及底土鹽漬化的性質的緣故。

硼鎂石屬於硼酸鹽的鎂礦類型，按照文獻材料，鎂可降低硼對植物的毒害作用（什科爾尼克，1950）。此外硼鎂石是最難溶解的礦物。根據地質的材料，在調查礦床範圍內硼鎂石幾乎經常和碳酸鹽相聯系（有時甚至形成完全碳酸鹽化的硼鎂石礦床）。所以在調查區域的碳酸鹽露頭和石堆地質學家早已利用來作為硼的一種普查標志。按照文獻材料（什科爾尼克，1950）鈣可使硼進入植物體內的數量下降。因此如果包含硼鎂石礦床的岩層是碳酸鹽，則在這種礦床上的植被通常發育正常或者看起來比周圍區域稍為鮮艷。

地植物調查表明，生長較丰满的、發育較良好的優若可作为硼鎂石礦床的代表。

優若是底土硫酸鹽-碳酸鹽鹽漬化的類型的標志，因為在調查隆起的條件下，硼鎂石經常和碳酸鹽相聯系，那末優若聚集可利用作為指示硼鎂石礦體的間接標志。

除研究礦床上植物結構的形態特征和闡明間接指示植物以外，我們曾企圖確定植物分布和岩層礦化程度的依存關係的規律。

根據地球化學的剖面圖研究植物群的分布時，已經表明，隨着土壤中硼的含量的增減，植被發生強烈的變化。例如當土壤中

硼的含量增加时，白蒿群落为半灌木碱松群落所更替，当硼的富集度很高时，它又为鹼猪毛菜群落所更替（圖 2）。

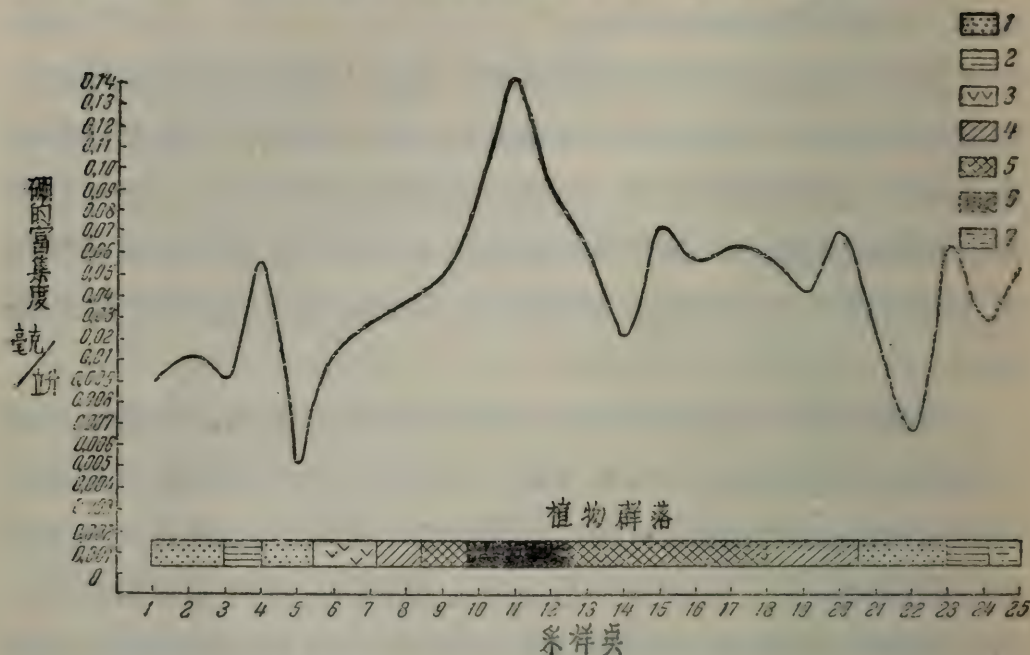


圖 2. 植被变化和土壤中硼的含量的依存关系的圖解

1—无葉綫葵-白蒿群落；2—白蒿-黑蒿群落；3—埃別列克-白蒿群落（Эбелеково-Белопольное сообщество）；4—白蒿-碱松群落；5—碱松群落；6—鹼猪毛菜群落；7—假木賊群落

由此，可以看出一系列植物的含硼的生态变幅（экологическая амплитуда）。白蒿（*Artemisia Ferchana* Web.）具有極寬的含硼变幅，出現在含硼由0.003至0.06%的土壤上。

而半灌木碱松（*Limonium suffruticosum* Kite.）具有較小的变幅，但是它生長在含硼較多的（由0.5%至0.15%）土壤上。多毛猪毛菜与佛蘭堪尼和半灌木碱松相同。最后，鹼猪毛菜（*Salsola nitraria* Pall.）生長在硼富集度最高的情况下，生長在表面含硼达35.6%的鈉硼解石的鹽土上。

这样是在一个礦床上的地植物調查的結果就是这样。

我們企圖利用我們找出的普查标志來評定沒有研究过的含硼

区域。

位于上述礦床之南
几百公里的鹽丘構造是
我們植物調查的对象。

上述隆起是特有的裂开
的鹽丘，包含在它的核
心中的石膏和岩鹽已經
露出地表。根据石膏帽
本身的結構，它和上述
調查的礦床相当的岩層
有許多相似的地方。位
于鹽丘構造表面的湖泊
的天然鹽水同样也以有

很高硼的含量为其特征。所以这些材料証明上述隆起含 硼 的 可



圖 3. 鹼猪毛菜和硼含量提高的湖泊 相联系的圖式

1—硼含量低的湖泊； 2—硼含量高的湖泊； 3—鹼猪毛菜的分布



圖4. 根据地植物資料闡明地表有硼現象和根据土壤光譜分析的材料查明 B_2O_3 含量提高的地段的联系示意圖

1—根据地植物資料 B_2O_3 含量提高的地段； 2—根据土壤光譜分析含量（由0.025至0.5%）提高的地点

能。

地植物調查的結果發現在隆起的中央和北部分布着鹼猪毛菜群落。沿着湖岸，在植被中也参与有半灌木礫松。分析位于調查隆起上的湖水，証明鹼猪毛菜和半灌木礫松和硼含量提高的湖泊有关（圖3）此外，根据地植物材料（礫松、畸形假木賊的分布，蒿和优若的軀体增大，以及有沒有植被的地段），在隆起的东南部可能有一系列含硼地段。所有这些地段根据土壤光譜分析的材料，也是有硼的。

为了將地植物材料和土壤光譜分析的材料作对比。我們曾在整個調查的隆起地区对硼進行过全面采样。曾根据地植物标志編成地表有硼現象的示意圖，并根据土壤光譜分析資料制成有硼現象的示意圖，將它們加以对比証明它們是完全符合的（圖4）。这种情况是我們作出可能利用植被來普查硼的初步的結論的証据。

結 論

由硼礦和有含硼远景的區域的地植物調查的結果中，我們可作出下列初步的結論。

1. 在有含硼远景的礦床和区域，植被可以利用作为含硼岩層的間接标志。

2. 在含硼不多的礦化岩層的老廢石堆（0.01%）上，植被發育茂盛，这是由于少量的硼对植物生長和發育有刺激的影响。

3. 在硼含量提高（超过0.01%）地段，植物受到抑制，具有畸形的类型或者遭受病害（患根頸腐爛病，成 加强、叶子枯黃和凋落）。

4. 在硼含量很高的地段，完全沒有植被。所以沒有植被的地段无疑可以利用作为硼的普查标志。能忍受硼的高富集度的只有少数的植物例如 鹼猪毛菜（*Salsola nitrraria* Pall.）和半灌

木礞松 (*Limonium suffruticosum* Ktze.)。

5. 在調查礞鎂石几乎經常和碳酸鹽相联系的礞礦上，优若 (*Eurotia ceratoides* C A M.) 聚集是底土硫酸鹽、碳酸鹽的鹽漬化类型的标志，这可以推荐作为普查和碳酸鹽有关的礞鎂石礦体的間接标志。

6. 在沒有研究的含礞区域上利用地植物标志表明，根据地植物資料編成的地表有礞現象示意圖几乎完全和根据土壤光譜分析資料構成的示意圖相符合。

綜合上述所有情况，我們認為初步工作已經証明地植物調查在这方面无疑是有成效的。希望繼續這項工作，并且最充分地配合地質資料，同时進行調查來查对它們的結果。

参 考 文 献

Бобко Е. В. О некоторых биохимических реакциях бора в растениях по экспериментальным данным. АН СССР, 1950.

Виноградов А. П. Основные закономерности в распределении микроэлементов между растениями и средой. Сб. «Микроэлементы в жизни растений и животных». АН СССР, 1952.

10 Зак. 2047

Каталымов М. В. Значение бора в земледелии СССР. Сельхозгиз, 1948.

Церлинг В. В. О физиологической роли бора. Сб. «Применение микроудобрений». Сельхозгиз, 1941.

Школьник М. Я. О необходимости бора для растений. АН СССР. т. 2, № 1, 1935.

Школьник М. Я. Значение микроэлементов в жизни растений и в земледелии. АН СССР, 1950.

半沙漠和沙漠中的航空地植物觀察

卡西揚諾娃 (М. С. Касьянова)

广泛应用航空方法編製地質、地形和地植物圖时，需要詳細拟定組成航空地質和航空地植物調查的各个部分的方法。

航空觀察是一个重要的方法，但是应用航空方法时某些拟定的環節在方法上有些缺点。

应用航空方法的許多調查者給它的作用以很高的評價。一位著名的苏联航空地植物調查者安德列耶夫 (1953) 寫道：“不進行航空觀察，航空測量的材料是死的东西，沒有充分价值。”

全苏航空地質托拉斯 地植物学家進行的航空觀察 有如下几种：

- a. 航空勘察；
- б. 航空路綫製圖；
- в. 總結性的航空路綫觀察。

航空勘察是在野外工作开始时，大部是在地面上路綫調查开始之前進行的。它的目的是給地植物測量学家关于工作地区的植被和景觀的一般概念，同时提供一些关于下列問題最初的原始資料，如指出在航空照片上明顯看出的在当地分布最广的主要植物群落。所以当路綫勘察时，要有特有的航空照片圖或縮小比例尺的複製圖。

測量工作者完成了生疏区域的飛行以后，要識別出土路的位置和狀況，要指出变化最复雜的地段和植被鑑別不夠清楚的地方等。对作地面路綫調查时很少到达的地段（例如，里海沿岸粘結难行的鹽土、以及苗尔特維庫圖克，开达克和卡拉基丘的古海灣地

区)，观察者应该指出小徑和一般便于地面路綫調查的区域。

但是，勘察最重要部分是將航空照片上表現明顯的基本的植被小区和当地划出的植被小区加以对比，并且將当地植物群社的外貌的代表性特征明确記錄在测量者的記錄本中。由于飛行时，测量者不能筆記，可將他們观察的結果以黑标记标志于記錄本上和航空照片圖上，不过在路綫調查回來时，务必迅速給它們加以解釋。

在最初勘察某区域的飛行到航空路綫製圖这段时间之中，地植物学家应该找出自飛機上始終辨別不出來的植被的地段。象这些地段須詳細加以描述并且將描述的結果和航空照片圖加以对比，这样便可以确定解釋植被的代表性的标志。

在面積相当广大而植被單純的区域，要借助地質測量來繪製小比例尺的地植物圖时，可以利用航空路綫製圖。例如，在烏斯秋尔特高原工作时，在西哈薩克斯坦某些部分測量时，曾广泛应用过这种制圖的方法。在航空路綫制圖的过程中，每組兩個測量人員，按照指定的任务，在全区進行飛行，而一位測量人員，緊緊地注意路綫的方向，跟着路綫的進程，將明顯看得到的不同植物群落地段按照圖例标记在照片圖上，另一位測量者將黑色标记繪在航空观察的記錄本上，当每次标记时，必須同时記錄時間，这样使可能知道飛機的速度和飛行的距离，使可能得出标志在圖上的某一地点的补充材料。在非常的情况下，这两种工作可以由一个測量者去执行，但是工作的精确性和結果的准确性会受到影响。

航空路綫制圖務必和地面路綫制圖相結合，如果航空观察有根据認為这是地植物單純的区域，那末地面路綫網可以非常稀疏，地面路綫調查希望布置在根据航空观察資料划出植被很复雜的地段上，但是即使在植被很單純的情况下，也要進行地面观察來补充航空路綫观察，地面观察的数量倒可以少一些。

从飛機上制植物群圖时，最重要的直接标志是整个植被表面的顏色、形象和色彩以及乔木和灌木樹冠的顏色和类型。

利用間接标志也可以得到一些成效，例如地形的位置和鄰近的植被小区(Выдел)結合的性質，以及植被小区的大小和外形。

当飛機高度不超过 200 米时，航空制圖可獲得最好的結果。在半沙漠地区，在这样高度，夏季容易分辨出例如象蒿屬 - 禾本科社会这样單純的地物。

蒿屬構成淡灰色的背景，禾本科帶有黃色的色彩，这种标志非常穩定而經常，观察者利用它一定可獲得成效。例如，在一本地植物隊的航空观察雜誌的第 10 号（航空地質勘察 №10 1953 年）中可以找到这样記錄：“在不大的高地的壠崗上發展着一片平靜的灰色背景（蒿屬），它向北折轉变为黃色（禾本科）”。

这样十分穩定而經常的形象和顏色就是蒿屬 - 无葉蜆葵社会。根据淡灰色背景和无葉蜆葵小灌木散布而形成的綠色斑点經常可以將它們辨別出來。

根据顏色來区别灰蒿群落和假木賊群落比較差。这两种群落均帶灰色，要区别它們須要有一定的实地經驗。如果細心地研究，也可以看出某些差異。往往假木賊社会帶有較暗灰色，有时灰色帶有青銅或綠色的色彩。

当灰蒿或硬猪毛菜 (*Salsola rigida*) 类型併列分布时，比較容易看出假木賊群落有一定特征的形象。观察者会感觉到假木賊地段好象十分平坦，而蒿屬和硬猪毛菜，顯然在平坦假木賊表面之上明顯構成較高的一層，所以这是容易分出的。

如果在稀疏的假木賊灌木叢之間，出現蒿屬小斑点或者完全没有植被的不大的斑点，那末，这样群落的形象会成为不單純、复雜而且有斑点。当飛機降低时，可以分辨出每一棵小灌木。

在飛機上繪制禾本科群落地段植被圖是有一些困难。因为在早春时候，它們整个为一片綠色，而夏秋又变成一片黃色。所以

要区别这里那一种占优势，总是不可能的。例如西伯利亞冰草、溝叶羊茅和針茅就离于区分，虽說后者特別有某种“草簇”。但是拂子茅屬各种明顯看出有圓錐花序，并且由植物高度也可清楚地分辨出來。如經過一定的訓練，可以根据西伯利亞冰草其他禾本科地段有較淡色調，將針茅群落分別出來。

在里海沿岸低地的北部，白濱藜 (*Atriplex cana*) 構成大片單調的区域，并且經常不成綜合体，根据它的灰綠色和單調的、好象波紋似的形象，自飛機上可以將白濱藜区域区分出來。

以筴蒿 (*Artemisia scoparia*) 为主的地段呈棕紅色彩，特別在夏季后半期和秋季，这时植物莖变成棕色最为強烈。

在半固定沙上，植物群稀疏，因而甚至可以分出其中孤独的植株。沙蒿 (*Artemisia arenaria*) 經常沿着風蝕盆地生長并且構成丰满的油綠色調和矮小網狀的形象。在这种沙上也發育着灌木植物群：沙拐棗和檉柳。沙拐棗灌木叢有較灰的顏色并有优美隱約可見的樹冠，而檉柳为亮綠色并且为密而实的樹冠。如果它开花时，那末花序給檉柳一种亮綠帶紫藤色的色彩。沙拐棗在夏季后半期时根据它大量紅、黃、和橙黃色的果实可以辨別出來。

在猪毛菜叢为主的区域進行制圖时，秋季比較良好，因为这个时候猪毛菜变成紅色，并且它的不同种在紅色色調中各有不同的色彩，自飛機上是容易区分出來的。

在勾兒湖周圍飛行進行航空觀察时，可以明顯看出那里的植被。根据植被就可以決定鹽漬化的程度，也可多少決定鹽漬化变动的情况。幼年的或鹽漬化的勾兒湖有綠色小丘的邊緣，这就是球果鹽地鈍鱗木形成的。有时在球果鹽地鈍鱗木的前面現出一條窄狹的較亮綠色的海蓬子 (*Salicornia herbacea*) 帶，它为平展而鬱閉的植被。在秋季这条植物帶变成了紅色。脫鹽勾兒湖和鹽漬化勾兒湖不同，它的邊緣为疏穗箬毛和檉柳，前者在秋色呈

一片黃色季相，后者根据灌木的高度和稠密的綠色樹冠也容易辨別出來。在里海沿岸卡拉沙漠工作时，利用这些标志曾經獲得过成效。

在沙漠和半沙漠一般的背景中从飛機上繪制喜湿植被的分布圖，效果特別良好，因为善湿植被在那里顯現出一片亮綠的顏色。例如，沿着阿克—套山脉（在曼格什拉克半島）的冲溝的底部和沿着烏斯秋尔特台階可以良好地区分出看來好象是稠密、整齐、剪平的鬚刷的蘆葦叢，也可看出形成一片十分寬广的黃綠色区域的光澤針茅（*Stipa splendens*）的地段。光澤針茅的大的圓錐花序賦以黃色的色彩。此外，由高的草簇的大小和植物的相当大的高度也可以明顯着得出來。

有时当航空观察时，看到在分布上有个别明顯差異的但在生态上極相似的植物种，这样一來，在观察上就出現了十分复雜和难于掌握的过程。例如，根据維克托罗夫的報導，在烏斯秋尔特东南部工作时，在所有的小的低地中，广泛分布着开着艷丽花朵的鹽生植物的半灌木磯松（*Stalice suffruticosa*）它構成富有特征的淡紫色季相，根据这种明顯的季相，曾順利地划出了逐漸鹽漬化区域的界綫。高原上小窪地（其中沒有鹽漬化区域經常發育着蒿屬）出現这种植物是鹽漬化較早階段的可靠标志，由分析已經証实。

在飛機上观察，能良好地看出許多植物种的大量肥大的植株。因为已經知道沙漠植物的肥大和畸形現象往往是有瀝青的标志，那末这样观察是有一定的意义。

上述制圖的标志是远不夠完全的。在飛機上進行制圖的过程中，每一观察者務必經常从事收集可作制圖的标志的工作，并將它發表在航空观察的雜誌上。这是在該地区开始工作的所有工作者一种很大助力。

总结性的航空路綫观察是野外工作中一个重要部分。它的目的有多种多样。往往布置这样的一些路綫調查或者是为了將工作

地区中出現的各种各样的植物群落結合为一个統一的圖，或者为了巡視和观察难于到达的地点。第一类的路綫調查特別重要。布置路綫时，应当考慮到它們需要穿过地区的所有基本的大地形部位，所有不同岩層的最大区域和基本景观类型。观察者完成这样飛行时，好象穿过一个巨大的剖面，其中所有植物群落可联系为一个統一的生态行列。当这样飛行时，需要由高度熟練工作者去观察和說明它們的結果。

最后，应当指出，航空路綫观察是老專家由各方面檢驗和核对工作的良好工具，因为他們可能在短时期內观察相当大面積，找出編圖工作者的优点和缺点。

由此可見，航空观察的作用在勘探性的調查的發展現階段已經有多种多样，并且顯然，航空观察今后一定会比現在更加充分地被利用。

中科院植物所图书馆



S0020240

58.856

743

880

58.856

743

维托罗夫 等著
地质调查时的地植物法

58.856

743

書 号 880

登記号

商17A-丙



統一書号:13038·191

定 价: 0.80 元